

دوائر التحكم فى الآلات الكهربائية والأنظمة الأتوماتيكية



إعداد

المهندس / أحمد عبد المتعال

المدرس بالكلية التقنية بالدمام



دوائر التحكم فى الآلات الكهربائية
والأنظمة الأتوماتيكية

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

سلسلة التحكم العملية

(١)

دوائر التحكم فى الآلات الكهربية والأنظمة الأتوماتيكية

إعداد

المهندس / أحمد عبد المتعال

المدرس بالكلية التقنية بالدمام

الكتاب : دوائر التحكم فى الآلات الكهربائية والأنظمة الأتوماتيكية

المؤلف : م. أحمد عبد المتعال

رقم الطبعة : الثانية

تاريخ الإصدار : رمضان ١٤١٩ هـ - يناير ١٩٩٩ م

حقوق الطبع : محفوظة للناشر

الناشر : دار النشر للجامعات

رقم الإيداع : ٤١١٨ / ١٩٩٤

الترقيم الدولى : 8 - 07 - 5526 - 977 - I.S.B.N.



دار النشر للجامعات - مصر

ص . ب . ١٣٠ - ١١٥١٨ القاهرة ت : ٣٩٣٢٢٩٤

بسم الله الرحمن الرحيم

﴿رب أوزعنى أن أشكر نعمتك التى أنعمت علىّ وعلى والدى وأن أعمل صالحاً
تَرْضاه وأصلح لى فى ذرىتى إنى تبت إليك وإنى من المسلمين﴾

صدق الله العظيم

شكر وتقدير

أتقدم بخالص الشكر إلى الدكتور / إبراهيم أبو الفتوح – دكتور الآلات الكهربائية
بكلية الهندسة جامعة المنيا وكذلك أتقدم بخالص الشكر إلى المهندس ممدوح
مصطفى عطية مهندس التحكم بكهرباء مصر لتعاونه الصادق، وأيضاً أتقدم بالشكر
الجزيل لكل من ساهم معنا لكى يظهر هذا الكتاب بهذه الصورة المشرفة .

م / أحمد عبد المتعال

مقدمة سلسلة التحكم العملية

لقد تسابقت الدول المتقدمة فى العالم بعد الحرب العالمية الثانية فى تطوير أنظمة التحكم المعمول بها فى الصناعة آنذاك، فبدأت أنظمة التحكم اليدوية فى الاختفاء وتطورت أنظمة التحكم الأتوماتيكية لما لها من مميزات كثيرة، ولقد ظهر العديد من أنظمة التحكم الأتوماتيكية وتطور البعض الآخر منذ ذلك الحين. وفيما يلى عرض لأهم أنظمة التحكم الأتوماتيكية المعمول بها فى الصناعة:

١ - التحكم بالملامبيات (التحكم الكهرومغناطيسى).

٢ - التحكم النيوماتيكي والكهرونيوماتيكي .

٣ - التحكم الهيدروليكي والكهروهيدروليكي .

٤ - التحكم الالكتروني .

٥ - التحكم بالميكروبروسيسور .

٦ - التحكم بأجهزة التحكم المبرمج PLC'S .

ولقد كان يراودنى خاطر - منذ أن عملت بالصناعة ولمست حاجة جميع العاملين من مهندسين وفنيين إلى مرجع سريع يلم بمتطلباتهم التقنية - أن أكتب كتاباً يفي بهذه المتطلبات، ولكنى آثرت التريث حين اكتساب الخبرة فى شتى أنواع التحكم، وازداد هذا الخاطر بعد أن عملت فى مجال التدريس العملى ولمست حاجة الطلاب التقنيين لهذه النوعية من الكتب، فتحول الخاطر إلى عزيمة وتوكلت على الله وشرعت فى عمل سلسلة التحكم العملية التى تتناول مختلف أنواع التحكم المعمول بها أسلوباً متدرجاً سهل يراعى القارئ المبتدئ، ويلبى رغبة القارئ الفنى، ويشبع القارئ المحترف، وأتمنى من الله أن أوفق لخدمة القارئ العربى وأن أساهم فى إثراء المكتبة العربية.

م. أحمد عبد المتعال

مقدمة الكتاب

يعد التحكم فى الآلات الكهربائية عصب أى صناعة، فما قامت الصناعات وتقدمت وازدهرت إلا بتقدم وسائل التحكم فى الآلات الكهربائية.

ولهذا السبب اخترت أن أبدأ سلسلة التحكم العملية بهذا الكتاب .

ولقد تعرضت فى هذا الكتاب للتحكم فى الآلات الكهربائية بطريقة متدرجة بدأت باستعراض الآلات الكهربائية بطريقة مبسطة، ثم أجهزة التحكم المختلفة ثم استعراض أهم الرموز الدولية والعالمية المستخدمة فى مجال الصناعة، ثم تدرجت فى دوائر التحكم مع عرض عدة أنماط للدائرة الواحدة حتى يستطيع القارئ أن يتفهم أى لوحة تحكم، وبعد ذلك تعرضت لدوائر التحكم لبعض الأنظمة المعروفة كالأوناش الكهربائية والمصاعد وبعض العمليات الصناعية، ثم أعقبت ذلك بفصل عن كيفية اختيار مكونات لوحة التحكم باستخدام كتالوجات شركة تليميكانيك الفرنسية وكذلك كيفية تركيبها، ثم أنهيت الكتاب بفصل يعتبر من أهم الفصول للفنى المحترف وهو عن كيفية فحص دوائر التحكم واكتشاف الأعطال، وأعتقد أن هذا الكتاب بهذا الشكل سيكون مرشداً للقارئ الفنى المبتدئ، ومشوقاً للقارئ العادى ومعيناً جيداً للفنى المحترف .

وأخيراً أسأل الله أن يحوز هذا العمل رضا كل من يقرأه....

الباب الأول

المكونات الأساسية لنظام التحكم الأتوماتيكي

المكونات الأساسية لنظام التحكم الأتوماتيكي

١ / ١ - مقدمة:

لقد زادت رغبة المستثمرين والقطاعات المختلفة لتحويل أسلوب التشغيل في مصانعهم من النظام اليدوى الذى كان قائماً فى السابق إلى النظام الأتوماتيكي، لما له من مميزات كثيرة نذكر منها ما يلى:

١ - تحسين جودة الإنتاج وكفاءته.

٢ - تقليل عدد العمالة المستخدمة.

٣ - زيادة درجة الأمان للعاملين.

٤ - التحكم فى الإنتاج بسهولة ويسر للوصول للوضع المثالى للمنتج.

ولكى نتمكن من دراسة أنظمة التحكم الأتوماتيكي، سواء كانت تقليدية أو حديثة، يجب أولاً أن نتعرف على مكونات أى نظام تحكم وهى:

١ - عناصر التشغيل: وهى العناصر المسئولة عن تشغيل النظام مثل: المحركات الكهربائية والاسطوانات (الهوائية والهيدروليكية) والمحركات (الهوائية والهيدروليكية) والسخانات الكهربائية.... إلخ، وسوف نتناول فى هذا الكتاب المحركات الكهربائية فقط.

٢ - أجهزة التحكم وتنقسم إلى:

أ - أجهزة نقل البيانات. ب - أجهزة معالجة البيانات.

ج - أجهزة التحكم فى القدرة. د - أجهزة مخاطبة الإنسان للآلة.

١ / ٢ - المحركات الكهربائية:

وتنقسم المحركات الكهربائية حسب تيار التشغيل إلى:

أ - محركات التيار المستمر: والتي تنقسم بدورها حسب طريقة توصيلها إلى:

محرك التوازي - محرك التوالى - المحرك المركب - المحرك ذو التغذية المنفصلة.
 ب. حدد كميات التيار المشغول في المحرك حيث نظرية عملها إلى عدة أنواع نذكر
 بعضها ما يلى :

١ - المحركات الاستنتاجية، والتي تنقسم هي الأخرى إلى الأنواع الآتية.

- المحركات الاستنتاجية ثلاثية الأوجه ذات القفص السنجابى .

- المحركات الاستنتاجية ثلاثية الأوجه ذات العضو الدوار الملفوف .

- المحركات الاستنتاجية أحادية الوجه ذات القفص السنجابى .

٢ - المحركات التزامنية ثلاثية الأوجه أو أحادية الوجه .

٣ - المحركات العامة والتي تعمل بالتيار المستمر أو التيار المتردد .

١ / ٢ / ١ - رموز أطراف التوصيل للمحركات :

الجدول (١ - ١) يبين رموز أطراف التوصيل على روزة محركات التيار المستمر
 والتيار المتردد .

الجدول (١ - ١)

الوصف	الأطراف	الوصف	الأطراف
محركات التيار المستمر :		المحركات الاستنتاجية ثلاثية الأوجه :	
أطراف عضو الاستنتاج	A1 - A2	* أطراف العضو الثابت	(U1, V1, W1) -
أطراف ملف التوازي	E1 - E2	لمحرك نجم-مادلتا	(U2, V2, W2)
أطراف ملف التوالى	D1 - D2	* أطراف العضو الثابت	(1U, 1V, 1W) -
أطراف ملف التغذية		لمحرك بسرعةين	(2U, 2V, 2W)
الخارجية	F1 - F2	* أطراف العضو الدوار	(K, L, M)
المحركات الاستنتاجية		المحركات التزامنية	
أحادية الوجه :		* أطراف العضو الثابت	(U1, V1, W1) -
أطراف الملف الرئيسى	U1 - U2	لمحرك نجم-مادلتا	(U2, V2, W2)
أطراف الملف الثانوى	Z1 - Z2	* أطراف العضو الثابت	(1U, 1V, 1W) -
		لمحرك بسرعةين	(2U, 2V, 2W)
		* أطراف العضو الدوار	F1 - F2

١ / ٢ / ٢ - لوحة البيانات للمحركات :

في الشكل (١ - ١) صورة للوحة بيانات فارغة وأخرى للوحة بيانات محرك كمثال .

1	WEIER	
2	TYPE DVX 160/2MK	
3	4 ~ MOT	NO. 7163
6	7 Δ 440V	23 A
9/10	11 13.5 KW	12 S_1 COS Φ 0.9
13	14 3500 rpm	60 HZ
15	16	
17	18 Ins. class F	19 IP 55 0.08 t
20		

لوحة بيانات فارغة

لوحة بيانات محرك

الشكل (١ - ١)

الجدول (١ - ٢) يبين محتويات كل خانة من خانات لوحة البيانات مع ذكر مثال للتوضيح .

الجدول (١ - ٢)

الخانة	محتوياتها	مثال
1	الشركة المصنعة	Weier
2	الموديل	Type DVX 160/2MK
3	نوع تيار التشغيل	3 ~
4	نوع الماكينة مولد أو محرك	Mot
5	رقم تسلسلى للإنتاج داخل المصنع	7163
6	طريقة توصيل الملفات	Δ
7	جهد التشغيل	440V
8	تيار التشغيل	23A
9	قدرة الماكينة (KW)	135KW
10	القدرة الظاهرية (KWA)	--
11	نوع التشغيل تبعاً للنظام الألماني	S _I
12	معامل القدرة	Cos ϕ 0.9
31	سرعة الآلة الاسمية	3500 r. p. m.
14	التردد	60H Z
15	جهد المجال أو جهد العضو الدوار	--
16	تيار المجال أو تيار العضو الدوار	--
17	درجة العزل	F
18	درجة الحماية	IP55
19	الوزن بالطن	0.08t
20	ملاحظات إضافية	--

١ / ٢ / ٣ - درجات العزل للمحركات :

الجدول (١ - ٣) يبين أقصى درجة حرارة تتحملها درجات العزل المختلفة للمحركات .

الجدول (١ - ٣)

درجة العزل	Y	A	E	B	F	H	C
أقصى درجة حرارة لها بالدرجة المثوية (C°)	90	100	120	130	150	180	>180

فإذا كانت درجة عزل المحرك F فإن أقصى درجة حرارة يتحملها هذا العزل بدون أن ينهار هي 150 درجة مئوية.

١ / ٢ / ٤ - درجات الحماية للمحركات (IP..):

يعطى رمز الحماية لأى جهاز كهربى فكرة عن مدى إمكانية الجهاز لمنع:

١ - تسرب الأجسام الصلبة.

٢ - تسرب الماء.

ويأخذ رمز الحماية الصورة الآتية IPX. Y:

حيث إن:

(X) هى الرقم المميز لدرجة الحماية ضد تسرب المواد الصلبة داخل الجهاز.

(Y) هى الرقم المميز لدرجة الحماية ضد تسرب الماء داخل الجهاز.

الجدول (١ - ٤) يوضح القيم المختلفة لكل من X, Y ومدلولاتهما.

مثال: إذا كان درجة حماية المحرك IP55 فهذا يعنى أن المحرك مصمم للوقاية من دخول الأتربة الضارة وكذلك ضد تسرب الماء المندفع من نافورة فى جميع الاتجاهات.

الجدول (١-٤)

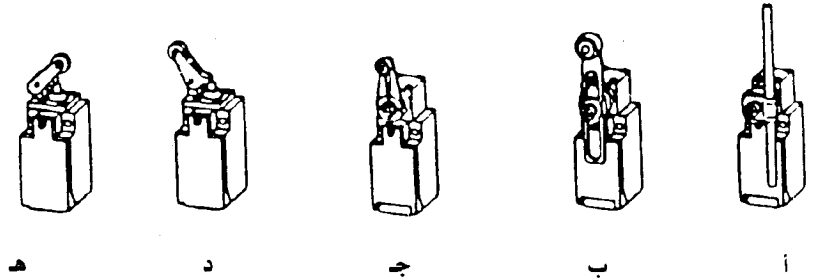
الرقم المميز Y		الرقم المميز X	
وقاية ضد تسرب الماء		وقاية ضد تسرب الأجسام الصلبة	
بدون وقاية	0	بدون وقاية	0
وقاية ضد تسرب قطرات الماء الساقطة عمودياً داخل الجهاز	1	وقاية ضد تسرب الأجسام الصلبة ذات القطر الأكبر من 50 مللى ميتر	1
وقاية ضد تسرب قطرات الماء الساقطة بزاوية 15° بالنسبة للاتجاه الرأسى	2	وقاية ضد تسرب الأجسام الصلبة ذات القطر الأكبر من 12 مللى ميتر	2
وقاية ضد تسرب قطرات الماء الساقطة بزاوية 60° بالنسبة للاتجاه الرأسى	3	وقاية ضد تسرب الأجسام الصلبة ذات القطر الأكبر من 2.5 مللى	3
وقاية ضد دخول رزاز الماء من جميع الاتجاهات	4	وقاية ضد تسرب الأجسام الصلبة ذات القطر الأكبر من 1 مللى ميتر	4
وقاية ضد دخول رزاز الماء بشكل نافورة من جميع الاتجاهات	5	وقاية ضد تسرب الأتربة الضارة	5
وقاية ضد الغمر داخل الماء لمدة صغيرة	6	وقاية كاملة ضد تسرب الأتربة	6
وقاية كاملة ضد الغمر داخل الماء	7	-----	--
وقاية كاملة ضد الغمر لآى فترة زمنية تحت ارتفاع معين من سطح الماء	8	-----	--

٣ / ١ - أجهزة نقل البيانات Data acquisition devices :

هذه الأجهزة ممتثلة الحواس الخمسة لنظام التحكم حيث تقوم بإعطاء معلومات عن ظروف تشغيل الماكينة أو العملية الصناعية مثل : إعطاء معلومات عن درجة الحرارة والضغط ومنسوب السوائل فى الخزانات ... إلخ، وسوف نتناول الأنواع المختلفة لهذه الأجهزة فى الفقرات التالية.

١ / ٣ / ١ - مفاتيح نهاية المشوار الميكانيكية Limit switches :

وتستخدم هذه المفاتيح إما فى التحكم فى الأجسام المتحركة أو التحكم فى الحركة المكررة، ويعمل مفتاح نهاية المشوار الميكانيكى نتيجة ضغط عنصر الفعل له فتتحول ريش تلامسه المفتوحة إلى مغلقة والريش المغلقة إلى مفتوحة. وتوجد عدة أشكال لرأس عنصر الفعل لها مثل : خابور من الصلب، أو خابور وعجلة من الصلب، أو عجلة من البلاستيك أو الصلب لها حرية الحركة فى اتجاه واحد أو فى اتجاهين ... إلخ. ويتم تثبيت كامات فى الأجسام المتحركة حتى تتمكن من الضغط على عنصر الفعل للمفتاح. والشكل (١ - ٢) يعرض أشكالاً مختلفة لنهايات المشوار الميكانيكية لها رؤوس عناصر فعل مختلفة.



الشكل (١ - ٢)

حيث إن :

الشكل أ : لمفتاح بذراع تدفع باليد فى أى اتجاه.

الشكل ب : لمفتاح بعجلة يمكن رفعها وخفضها تدفع بكامة تتحرك يمينا أو يسارا.

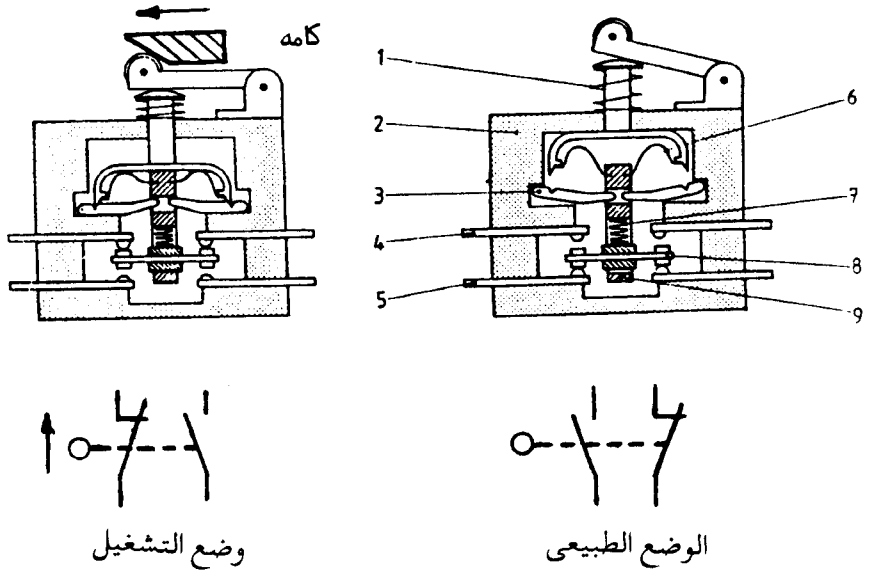
الشكل ج : لمفتاح بعجلة تدفع بكامة تتحرك يمينا أو يسارا.

الشكل د مفتاح بعجلة تدفع بكامة تتحرك إلى أعلى .

الشكل هـ مفتاح بعجلة يدفع بكامة تتحرك يمينا .

وعادة فإن عنصر الفعل للمفتاح يقوم بدفع ريش تلامس المفتاح والتي تكون في الغالب عبارة عن ريشتين إحداهما مفتوحة طبيعياً NO، والأخرى مغلقة طبيعياً NC، وفي بعض الأحيان تكون ريشة قلاب لها ثلاثة أطراف، طرف مفتوح وطرف مغلق، ويرمز لها CO.

والشكل (١ - ٣) يبين قطاعين لمفتاح نهاية مشوار بخابور وعجلة لها حرية الحركة في اتجاه اليسار، أحدهما في الوضع الطبيعي للمفتاح، والآخر في وضع التشغيل تحت تأثير ضغط كامة على عجلة المفتاح.



الشكل (١ - ٣)

مكونات مفتاح نهاية المشوار:

١ - عنصر الفعل (خابور يدفع بعجلة صلب) .

٢ - جسم المفتاح .

٣ - ذراع دفع حامل الريشة المتحركة .

- ٤ - ريشة مفتوحة.
- ٥ - ريشة مغلقة.
- ٦ - كامرة توجيه أذرع الدفع.
- ٧ - ياي إرجاع.
- ٨ - ريشة متحركة.
- ٩ - حامل الريشة المتحركة.

ملاحظة:

عند وضع سهم يشير إلى أعلى بجوار نهاية مشوار فإن هذا يعنى أن المفتاح تحت تأثير قوة ضغط خارجية، وتستخدم مفاتيح نهايات المشوار الميكانيكية فى آلات الطباعة وآلات الورش والأوناش والأبواب الكهربائية وماكينات التعبئة والمساعد الكهربائية وسيور النقل... إلخ.

١/٣/٢ - مفاتيح الضغط والخلخلة Pressure and vacuum switches

صممت هذه المفاتيح لتنظيم ومراقبة الضغط والخلخلة فى دوائر الموائع (السوائل - الغازات). وتحتوى هذه المفاتيح إما على ريش تحكم كالمستخدمة فى مفاتيح نهاية المشوار الميكانيكية، أو تحتوى على ريش تلامس رئيسية لفصل ووصل المحركات مباشرة.

ويوجد نوعان من هذه المفاتيح تبعاً لطريقة ضبطهما:

النوع الأول: يضبط عند القيمة العظمى للضغط، فمثلاً لو ضبط المفتاح على 7 ضغط جوى فإننا نلاحظ أنه عندما يصل ضغط المائع لهذه القيمة فإنه يتغير وضع ريش التحكم للمفتاح أى تصبح الريش المفتوحة طبيعياً مغلقة والعكس صحيح. ولكن عندما يقل الضغط وصولاً إلى 3 ضغط جوى تعود ريش المفتاح لوضعها الطبيعى، ويقال فى هذه الحالة: إن فرق الضغط لهذا المفتاح هو 4 ضغط جوى وهو ثابت فى هذا النوع وتختلف قيمته من مفتاح لآخر حسب التصميم.

النوع الثانى: يتم ضبط كلا من القيمة العظمى للضغط والضغط الفرقى المطلوب، ويكون مزوداً بماكينتين للمعايرة، فمثلاً: لو ضبط مفتاح من هذا النوع عند 8 ضغط جوى كضغط أكبر و 3 ضغط جوى كضغط فرقى، وفى هذه الحالة فإن المفتاح يعكس وضع ريشة عند 8 ضغط جوى، وتعود الريش لوضعها الطبيعى عند 5 ضغط

جوى، وتستخدم هذه المفاتيح فى التحكم فى الضواغط الهوائية والمضخات الهيدروليكية ومضخات الماء والسوائل الأخرى، وكذلك للتحكم فى مستوى السوائل ومراقبة انسياب الموائع داخل الأنابيب، ويوجد ثلاثة أنواع من هذه المفاتيح تبعاً لنوع ريش تلامسها وهى كالآتى:

مفتاح ضغط بثلاثة أقطاب 3Pole.

مفتاح ضغط بريشتين (NO+NC).

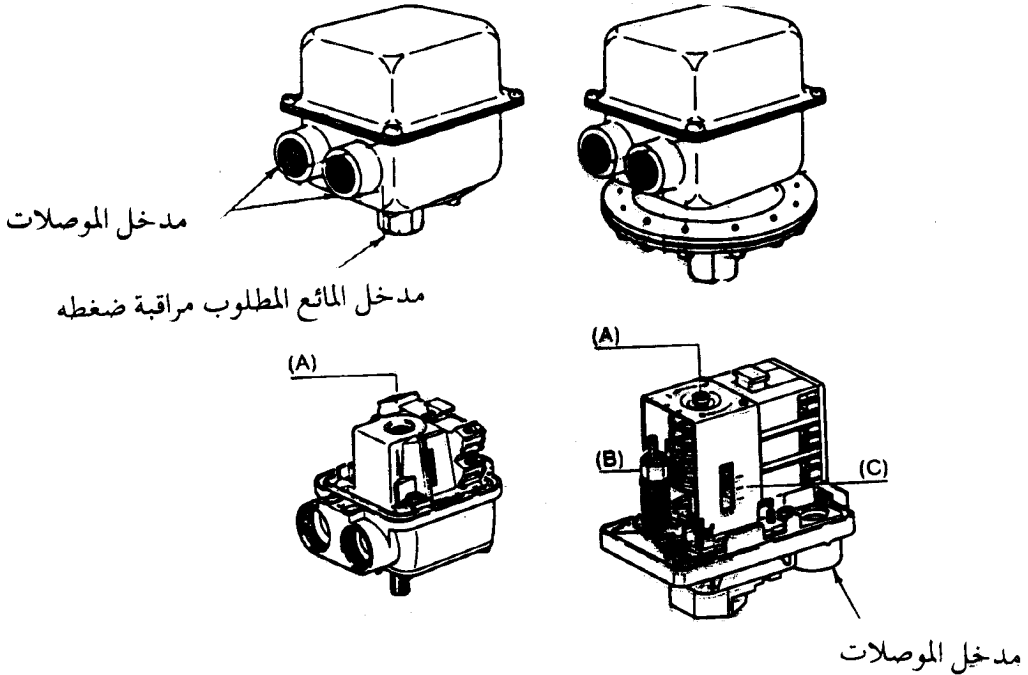
مفتاح ضغط بريشة قلاب CO.

ويوجد نوعان من هذه المفاتيح تبعاً لطريقة عملهما:

الأول: يعمل نتيجة لدفع المائع لغشاء مطاطى.

الثانى: يعمل نتيجة لدفع المائع لمكبس.

والشكل (١ - ٤) يعرض أربعة أشكال مختلفة لهذه المفاتيح.



الشكل (١ - ٤)

فالشكل (أ) يعرض صورة لمفتاح ضغط بغشاء مطاطى مزود بريشة قلاب وله مكانان للمعايرة.

والشكل (ب) يعرض صورة لمفتاح ضغط بمكبس وله ثلاثة أقطاب وله مكان واحد للمعايرة.

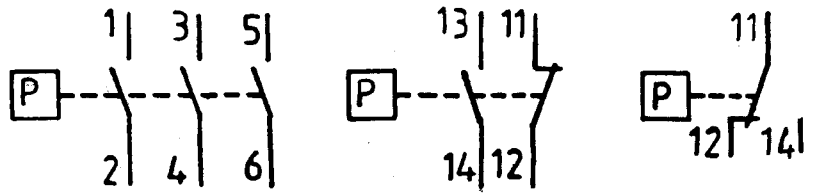
والشكل (ج) يعرض صورة لمفتاح ضغط بغشاء مطاطى مكشوف عنه غطاؤه ومزود بريشة مفتوحة وأخرى مغلقة، ويحتوى على المسمار A لمعايرة ضغط القطع (الضغط الأكبر)، والصامولة B لمعايرة الضغط الفرقى، أما التدريج C لمعرفة قيمة ضغط القطع.

والشكل (د) هو مفتاح ضغط يشبه الموضح فى الشكل (ب) ولكن مكشوف غطاؤه.

حيث إن:

المسمار A لمعايرة الضغط الأكبر.

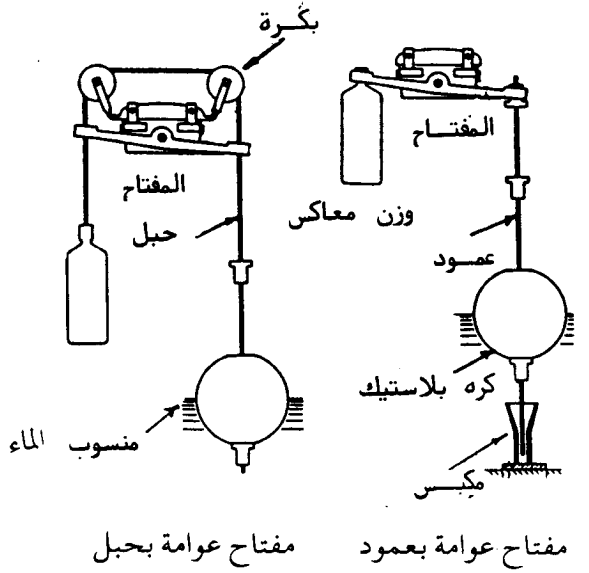
وفيما يلى الرموز الكهربائية لأنواع المختلفة لمفاتيح الضغط.



ريشة قلاب Co ريشتان No + Nc ثلاثة أقطاب 3P

١ / ٣ / ٣ - مفاتيح العوامات Float switches

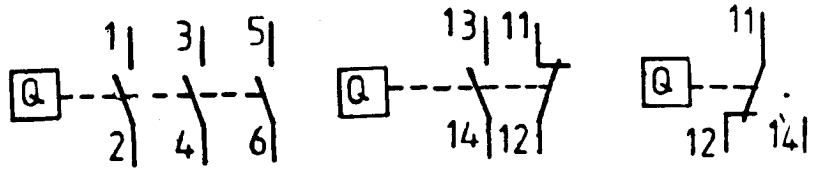
وهى تستخدم للتحكم فى تشغيل وإيقاف المضخات الكهربائية تبعاً لمستوى السوائل فى الخزانات، والذي يتم تحديده بواسطة مجموعة من مفاتيح العوامات على مستويات مختلفة، ويمكن استخدام مفاتيح العوامات لبيان مستوى السوائل داخل الخزانات.



الشكل (١ - ٥)

والشكل (١ - ٥) يعرض المسقط الرأسى لنوعين من مفاتيح العوامات، أحدهما يحتوى على حبل، ويستخدم هذا النوع عندما تكون عملية الضخ خالية من الدوامات. والثاني يوجد به عموداً بدلاً من الحبل، ويستخدم عندما تسبب المضخات المستخدمة دوامات شديدة.

وفيما يلى الرموز الكهربائية للأنواع المختلفة لمفاتيح العوامات :



ريشة قلاب Co ريشتان No + Nc ثلاثة أقطاب 3 Pole

١ / ٣ / ٤ - المفاتيح التقاربية Proximity switches :

تنقسم هذه المفاتيح إلى نوعين هامين تبعاً لنظرية عملهما :

النوع الأول : يبنى عمله على توليد مجال مغناطيسى يتغير عند اقتراب جسم معدنى منها لذلك تسمى بمفاتيح تقاربية حثية .

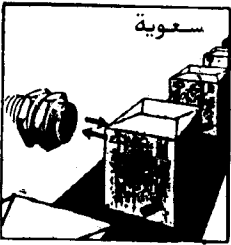
النوع الثانى : يبنى عمله على توليد مجال كهربى يتغير عند اقتراب جسم عازل

كهربياً منها، لذلك تسمى مفاتيح تقاربية سعوية.

مميزات المفاتيح التقاربية

- ١ - ليس لها أجزاء متحركة.
- ٢ - عمرها لا يتأثر بعدد مرات التشغيل والفصل ولا بمعدل التشغيل.
- ٣ - لا تتأثر بالرطوبة ولا بالزيت ولا بالأتربة.
- ٤ - لها استجابة سريعة جداً عند اقتراب جسم غريب منها مما يقلل من التيار العابر، ويتراوح مسافة إحساسها بين (0:40mm) ولكل مفتاح تقاربى مسافة إحساس تعتمد على تصميمه.

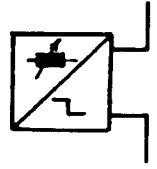
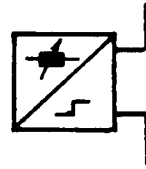
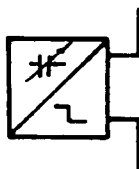
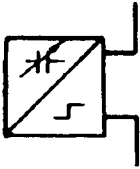
ومن العوامل المهمة فى اختيار المفتاح التقاربى المناسب :



١ - معرفة نوع الأجسام التى ستقترب من المفتاح، فإذا كانت من الحديد أو الألومنيوم أو النحاس يستخدم النوع الحثى. وإذا كانت عازلة للكهرباء يستخدم النوع السعوى.

٢ - مسافة الإحساس للمفتاح وهى أكبر مسافة يشعر عندها المفتاح باقتراب جسم غريب منه، ويقوم حينئذ بتغيير وضع ريش تلامسه فتصبح المفتوحة طبيعياً مغلقة والعكس بالعكس. والشكل (١ - ٦) يبين صورة لمفتاح حثى يستخدم فى دائرة لعد البراميل المصنعة من الحديد، وصورة لمفتاح سعوى بدائرة لعد الصناديق المصنعة من الكرتون. وفيما يلى الرموز الكهربائية للمفاتيح التقاربية.

الشكل (١-٦)



مفتاح سعوى يوصل
التيار عند التقارب

مفتاح سعوى يقطع
التيار عند التقارب

مفتاح حثى يوصل
التيار عند التقارب

مفتاح حثى يقطع
التيار عند التقارب

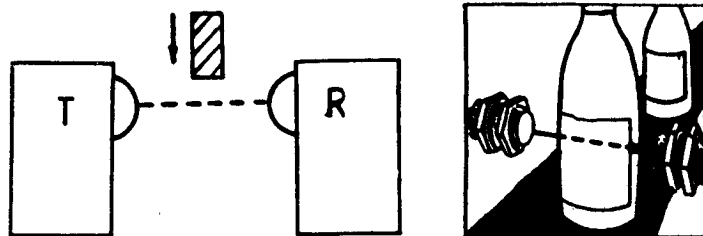
١/٣/٥ - الخلايا الضوئية Photo electric detectors

تتميز الخلايا الضوئية عن المفاتيح التقاربية بمدى التشغيل الكبير الذى يتراوح ما بين عدة ملى ميترات إلى عدة أمتار، كما أنها تعمل مع أى نوع من الأجسام سواء كانت عازلة كهربياً أو موصلة كهربياً، ويمكن تقسيم الخلايا الضوئية حسب أنظمة عملها إلى:

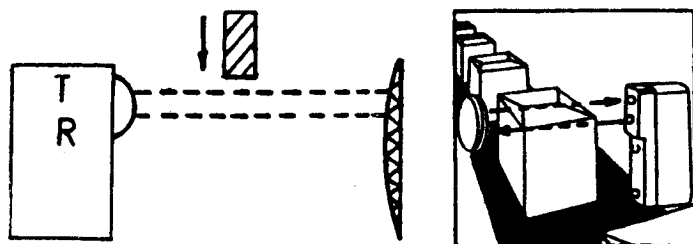
١ - نظام الطريق الواحد: حيث يثبت المرسل Transmitter، والمستقبل Receiver للخلية الضوئية عند ركنى المنطقة المراد اكتشاف أى جسم غريب يمر فيها، وأقصى مسافة بين المستقبل والمرسل فى هذا النظام ثلاثون متراً . ويساعد هذا النظام على اكتشاف الأجسام غير الشفافة وغير العاكسة.

٢ - النظام الانعكاسى: حيث يكون المرسل والمستقبل مجتمعين معاً فى غلاف واحد، وتحتاج الخلايا الضوئية التى تعمل بهذا النظام لسطح عاكس. ويتلخص مبدأ عمل هذا النظام فى أن المرسل يرسل أشعة تحت الحمراء، وعندما تصطدم هذه الأشعة بالسطح العاكس ترتد لتسقط على المستقبل وهذا يمثل الوضع الطبيعى . أما إذا مر جسم غريب بين الخلية والعاكس فإن الأشعة تحت الحمراء لن ترتد مرة أخرى إلى المستقبل الموجود داخل الخلية، وهنا يتغير وضع ريش تلامس الخلية الضوئية وأقصى مسافة بين الخلية والسطح العاكس عشرة أمتار، ويستخدم هذا النظام لاكتشاف الأجسام التى لا تعكس الأشعة الضوئية.

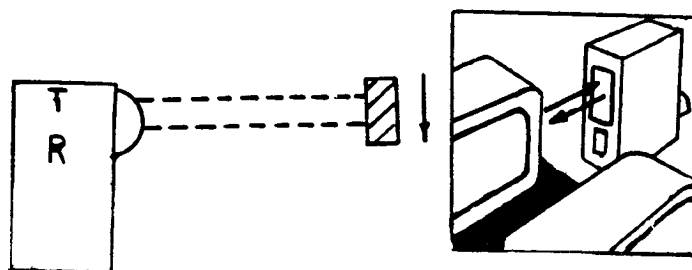
٣ - النظام التقاربى: ويوضع المرسل والمستقبل داخل غلاف واحد بحيث إن المرسل يرسل أشعة فوق بنفسجية، وعندما يمر جسم غريب تصطدم به هذه الأشعة لتسقط على المستقبل فيتغير وضع ريش التلامس للمفتاح، وأقصى مسافة بين الخلية والجسم ثلاثون سنتيمتراً، ويستخدم هذا النظام لاكتشاف الأجسام الشفافة والعاكسة. والشكل (١ - ٧) يوضح نظرية عمل هذه الأنظمة.



نظام الطريق الواحد



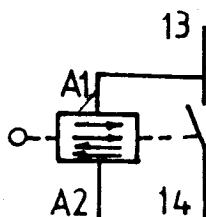
النظام الانعكاسي



النظام التقاربي

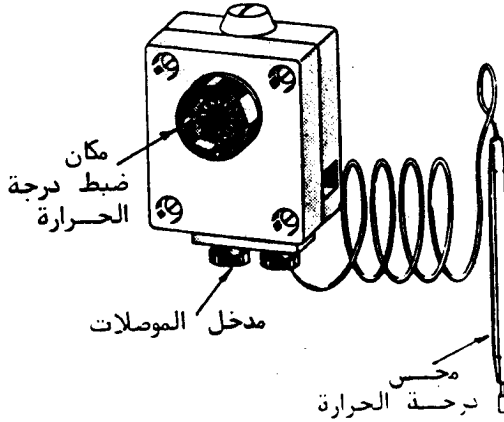
الشكل (١ - ٧)

وفيما يلي رمز الخلية الضوئية بشكل عام (رمز غير قياسي).



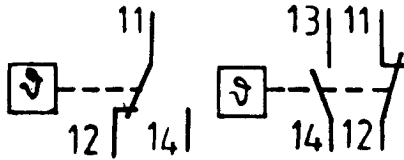
٦ / ٣ / ١ - مفاتيح درجة الحرارة Thermostates :

تعمل مفاتيح درجة الحرارة عند درجة الحرارة التي تعابير عليها، وعندما تتحول



الشكل (١ - ٨)

ريش المفتاح المغلقة إلى مفتوحة والعكس. وعند انخفاض درجة الحرارة عن حد المعايير بقيمة فرقية معينة (تعتمد على تصميم الجهاز) تعود ريش التحكم للمفتاح لوضعها الطبيعي تماماً مثل: مفاتيح الضغط. وعادة تستخدم هذه المفاتيح في مراقبة درجة الحرارة للمكابس والضواغط والمكيفات وماكينات ورش الإنتاج والمغاسل... إلخ.

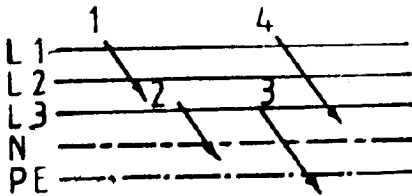


ريشتان No + Nc ريشة قلاب Co

والشكل (٨ - ١) يعرض صورة لأحد مفاتيح درجة الحرارة، وفي الرسم المقابل رموز مفاتيح درجة الحرارة الكهربائية.

٧ / ٣ / ١ - أجهزة الوقاية Protection devices :

وتقوم هذه الأجهزة بحماية الدوائر الكهربائية من:



الشكل (١ - ٩)

أ - القصر : وهو اتصال أوجه المصدر الكهربى معاً أو اتصال أحد الأوجه أو أكثر من وجه مع الأرضى أو مع خط التعادل. ويزداد التيار المار في الدائرة لحظة القصر ليصل عدة مرات من قيمته الأصلية، ويعتمد ذلك على جهد التشغيل ومكان القصر ومساحة مقطع الأسلاك. والشكل (٩ - ١) يعرض أربعة أشكال مختلفة للقصر.

الأسلاك. والشكل (٩ - ١) يعرض أربعة أشكال مختلفة للقصر.

ب - زيادة الحمل : وهو زيادة تيار التشغيل للمحركات إلى مرة ونصف أو أكثر من قيمته الأصلية وينتج ذلك من حمل زائد على الآلة المدارة بالمحرك .

ج - التسرب الأرضي : ينشأ من حدوث تلامس غير كامل لأحد أوجه المصدر الكهربى مع الأرضى وذلك من خلال مقاومة كبيرة مثل : جسم الإنسان؛ علماً بأن التيار الخطر على الإنسان (30mA) .

د - ارتفاع درجة حرارة المحركات : ينشأ نتيجة لسوء التهوية أو تعطل نظام التبريد للمحرك، وقد يؤدى ذلك إلى احتراق المحرك .

هـ - انعكاس الأوجه أو عدم اتزان الأوجه أو انخفاض الجهد أو ارتفاعه .

ولحماية الدوائر الكهربائية من القصر تستخدم إما المصهرات Fuses، أو قواطع الدائرة الأتوماتيكية miniatures، ويفضل استخدام قواطع الدائرة عن المصهرات لإمكانية إعادتها للتشغيل بعد حدوث القصر وإزالة أسبابه، بينما المصهرات يلزم تغييرها بعد حدوث القصر، ولحماية المحركات الكهربائية من زيادة الحمل تستخدم المتممات الحرارية Thermal O.L التى ينعكس وضع ريش تلامسها عند زيادة الحمل على المحرك ويوجد بها ضاغط للتحرير بعد زوال سبب زيادة الحمل . وهناك نوعان من المتممات الحرارية النوع العادى والنوع ذو محولات التيار .

ولحماية المحركات الكهربائية من القصر وزيادة الحمل يستخدم أحد النظم الآتية :

١ - قاطع المحركات Motor C.B .

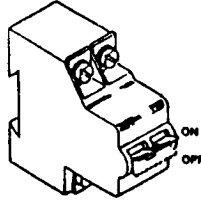
٢ - كل من المصهرات والمتممات الحرارية .

٣ - كل من قواطع الدائرة والمتممات الحرارية .

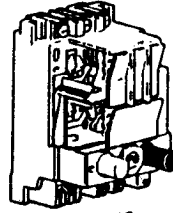
ولحماية الإنسان من الصاعقة الكهربائية يستخدم فى ذلك قاطع التسرب الأرضى (ELCB) .

أما لحماية المحركات من ارتفاع درجة حرارتها يستخدم فى ذلك متمم درجة الحرارة Thermister relay والذى يوصل بمجسات Probes تدفن داخل ملفات المحرك، وعند ارتفاع درجة حرارة المحرك تزداد مقاومتها، فيعمل متمم درجة الحرارة على عكس ريش تلامسه، ولحماية الدوائر الكهربائية من انعكاس الأوجه أو عدم اتزان

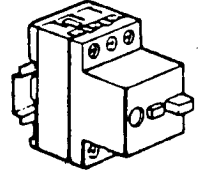
الأوجه أو انخفاض الجهد أو ارتفاعه تستخدم ريليهات الكترونية معدة لذلك، وسوف نتناولها فيما بعد فى الفقرة (١/٩). ويمكن حماية المحركات من القصر زريده حسن وارتفاع درجة الحرارة وسدس وجه وعدم ابراز الوجة وانخفاض وارتفاع الجهد بتمتات حماية المحركات الالكترونية، والتي سوف نتناولها فيما بعد فى الفقرة (٥/٣/٣). والشكل (١ - ١٠) يعرض صوراً لمتمم حرارى وقاطع محركات ومتمم درجة حرارة ومجسة وقاطع تسرب أرضى وقاطع دائرة أتوماتيكي.



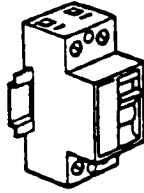
قاطع دائرة
قطبين



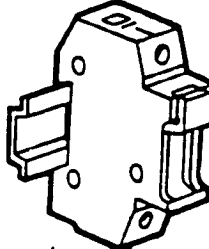
قاطع محركات ذات
قدرات كبيرة



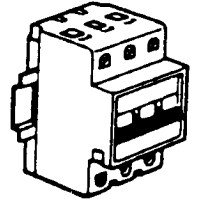
قاطع محركات ذات
قدرات صغيرة



قاطع تسرب أرضى قطبين



حامل مصهر قطب واحد



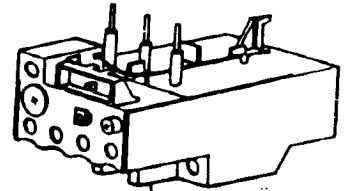
قاطع دائرة ثلاث أقطاب



متمم درجة الحرارة



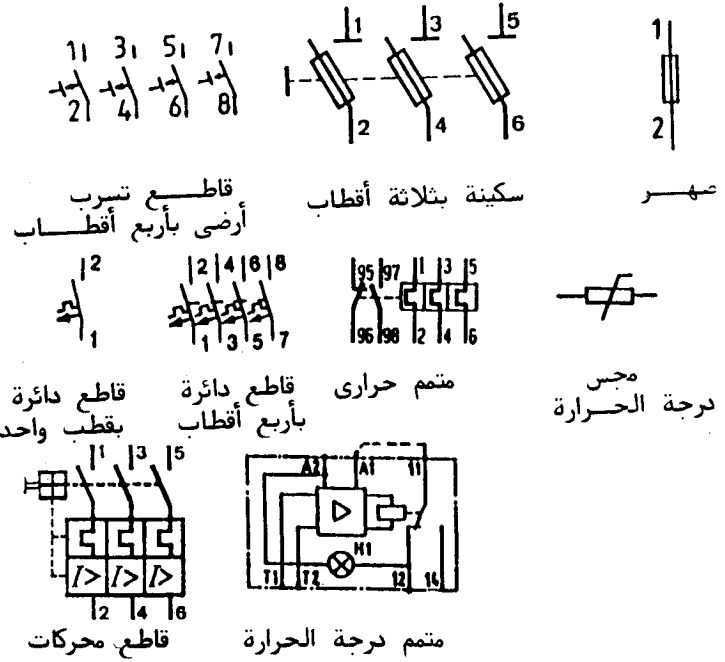
مجبس درجة الحرارة



متمم حرارى

الشكل (١ - ١٠)

وفيما يلى الرموز الكهربائية لأجهزة الوقاية:



١ / ٤ - أجهزة معالجة البيانات Data processing devices :

يوجد نوعان من هذه الأجهزة وهما :

أ - الأجهزة التقليدية : مثل الريليهاث الكهرومغناطيسية والمؤقتات الزمنية والعدادات ... إلخ. وتقوم هذه الأجهزة بإعطاء أوامر التشغيل والفصل للكونتاكتورات والمحابس الكهربائية ولمبات البيان ... إلخ، تبعاً لظروف تشغيل العملية الصناعية وكذلك طريقة توصيلها.

ب - أجهزة التحكم المبرمج : وتقوم بالتحكم في تشغيل أو فصل الكونتاكتورات والمحابس الكهربائية ولمبات البيان ... إلخ، تبعاً لظروف تشغيل العملية الصناعية وكذلك برنامج التشغيل.

١ / ٤ / ١ - الريليهاث الكهرومغناطيسية Electromagnetic Relays :

تشابه الريليهاث مع الكونتاكتورات والتي سوف نتعرض لها فيما بعد في

التركيب لحد كبير فكلاهما مفاتيح كهرومغناطيسية تعمل بالمجال المغناطيسي الناشئ عن مرور التيار الكهربى فى ملف التشغيل . وتتكون المفاتيح المغناطيسية بصفة عامة من قلب مغناطيسى مصنوع من رقائق من الصلب السليكونى المعزولة؛ علماً بأن هذا القلب مشقوق إلى شقين، أحدهما ثابت والآخر متحرك، ويوجد حول الشق الثابت ملف التشغيل، أما الشق المتحرك فيحمل ريش التلامس . والفرق الجوهرى بين الريليهات والكونتاكتورات هو أن الريليهات لا تحتوى على ريش تلامس رئيسية بل ريش تحكم فقط . أما الكونتاكتورات فتحتوى على ريش رئيسية (أقطاب) وريش تلامس مساعدة (ريش تحكم)، أما الأقطاب فتقوم بالتحكم فى وصل وفصل التيار الكهربى عن الأحمال مثل : المحركات . أما ريش التحكم فتقوم ببعض الوظائف المساعدة فى عمليات التحكم ستتضح عند تناول دوائر التحكم للمحركات فيما بعد .

والشكل (١ - ١١) يبين تركيب المفتاح الكهرومغناطيسى بصفة عامة سواء كان ريلاي أو كونتاكتور؛ علماً بأنه فى بعض الأحيان يكون عدد ريش التحكم غير كافٍ؛ لذا تستخدم وحدات إضافية وجهية، أى تثبت على وجه المفتاح الكهرومغناطيسى أو وحدات إضافية جانبية، أى تثبت على جانب المفتاح الكهرومغناطيسى، وتحتوى هذه الوحدات الإضافية على ريش تحكم وتختلف عدد ريش التحكم ونوعها من وحدة لأخرى، فيوجد وحدات تحتوى على ريشتين، وأخرى على أربع ريش بتنظيمات مختلفة على سبيل المثال :

(NO+NC) أو (2NO) أو (2NC) أو (2NO+2NC) أو (4NO) أو (4NC) ... إلخ .

قاعدة تثبيت الشق الثابت للقلب المغناطيسي

الشق الثابت للقلب المغناطيسي

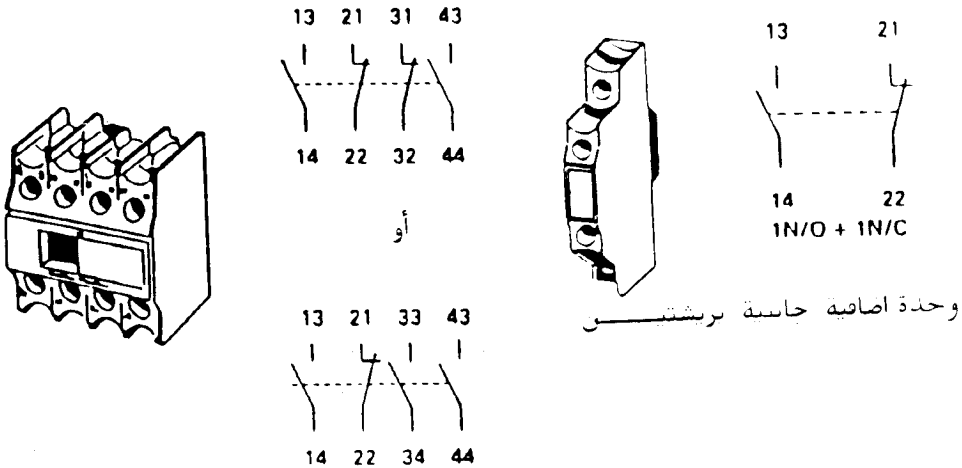
باي ارجاع

حلقة نحاس

البوبينة (ملف التشغيل)

الشكل (١١-١)

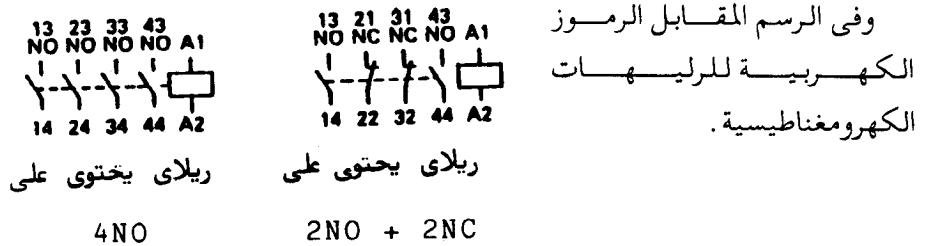
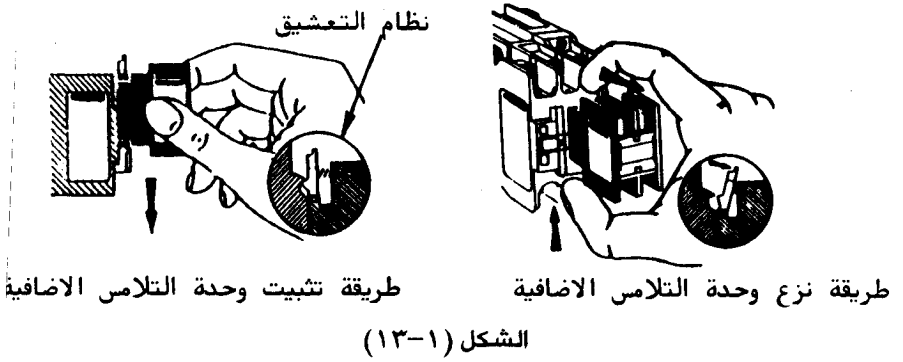
والشكل (١٢-١) يعرض صوراً لوحدة إضافية وجهية وجانبية.



وحدة إضافية وجهية بأربع ريش

الشكل (١٢-١)

فالوحدة الإضافية الجانبية تحتوى على ريشتين (NO + NC) ، أما الوحدة الإضافية الواجهة تحتوى على أربع ريش تحكم . والشكل (١٣-١) يعرض طريقة تثبيت وحدة إضافية وجهية تحتوى على ريشتين تحكم على وجه ريلاي، وكذلك طريقة نزعها من على الريلاي، علماً بأنه يجب التأكد من التثبيت الصحيح للوحدة الإضافية وذلك بدفع النظام الميكانيكى للريلاي أو الكونتاكطور، فإذا تحرك بمرونة دل على أن التثبيت صحيح والعكس صحيح .



١ / ٤ / ٢ - المؤقتات الزمنية Timers :

يوجد ثلاثة أنواع من المؤقتات الزمنية حسب تركيبها وهم :

أ - المؤقت الالكترونى .

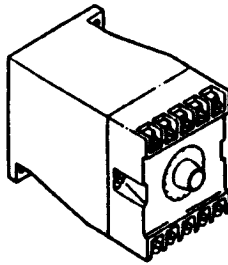
ب - المؤقت ذو المحرك .

ج - المؤقت الهوائى .

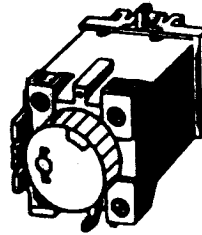
وبصفة عامة فإن المؤقت الالكترونى والمؤقت ذا المحرك يوصلان بالمصدر الكهربى

لدائرة التحكم، وتزود هذه المؤقتات بعدد من ريش التحكم المفتوحة NO، والمغلقة NC، أو الريش القلاب CO، وهذه الريش تستخدم في دوائر التحكم.

أما المؤقت الزمني الهوائي فهو لا يعمل مستقلاً بذاته، بل يثبت على وجه أحد الرليهات الكهرومغناطيسية أو الكونتاكتورات تماماً مثل: الوحدات الإضافية الوجهية.



مؤقت الكتروني

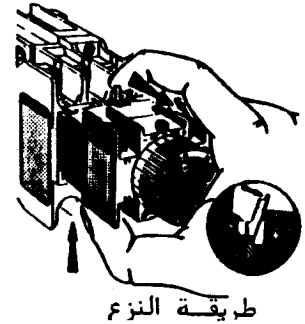
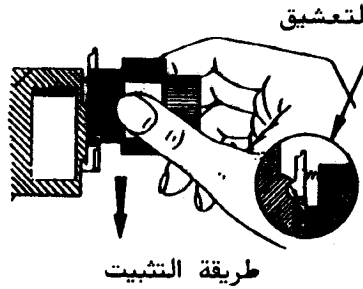


مؤقت هوائي

الشكل (١٤-١)

والشكل (١٤-١) يعرض صورة لمؤقت هوائي، وآخر لمؤقت الكتروني.

أما الشكل (١٥-١) فيعرض طريقة تثبيت المؤقت الهوائي على المفتاح الكهرومغناطيسي وكذلك طريقة نزعه.



الشكل (١٥-١)

ويمكن تقسيم المؤقتات الزمنية حسب خواص تشغيلها إلى:

أ - المؤقت الزمني الذي يؤخر عند التوصيل On Delay Timer :

فعند اكتمال مسار التيار للملف المؤقت سواء كان الكترونياً أو بمحرك ينعكس وضع ريش تلامس المؤقت بعد تأخير زمني مقداره T، فتصبح الريشة المفتوحة طبيعياً NO مغلقة والعكس بالعكس، ولكن بمجرد انقطاع مسار التيار للملف تعود ريش التحكم للمؤقت لوضعها الطبيعي، أما المؤقت الهوائي الذي يؤخر عند التوصيل فيثبت على وجه الكونتاكتور أو الريلاي، وعند اكتمال مسار التيار للملف

الريلاي أو الكونتاكتور تنعكس ريش تلامس المؤقت الهوائي بعد تأخير زمني مقداره T وتعود لوضعها الطبيعي عند انقطاع مسار التيار للملف الريلاي أو الكونتاكتور .

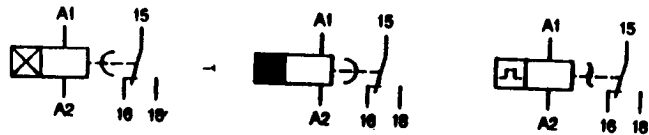
ب - المؤقت الزمني الذي يؤخر عند الفصل Off Delay Timer :

فعند توصيل ملف المؤقت سواء كان الكترونياً أو بمحرك بالمصدر الكهربى ينعكس وضع ريش التحكم للمؤقت فى الحال ، أما عند انقطاع مسار التيار للملف تعود ريش التحكم لوضعها الطبيعي بعد تأخير زمني مقداره T ، أما المؤقت الهوائي الذي يؤخر عند الفصل فتنعكس ريش تلامسه عند اكتمال مسار التيار للملف الريلاي ، ولكن عند انقطاع مسار التيار للملف الريلاي تعود ريش تلامس المؤقت الهوائي لوضعها الطبيعي بعد تأخير زمني مقداره T .

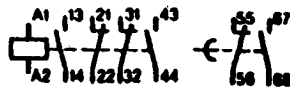
ج - المؤقت الزمني الرعاش Flashing Timer :

فعند اكتمال مسار التيار للملف المؤقت يقوم بعكس ريش تلامسه لمدة T1 وإعادتها لوضعها الطبيعي لمدة T2 ، ويتكرر ذلك طوال فترة اكتمال مسار التيار للملف المؤقت (الالكترونى أو ذو المحرك) ، ولكن بمجرد انقطاع مسار التيار تعود ريش المؤقت لوضعها الطبيعي .

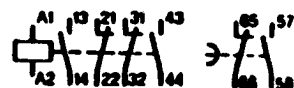
وفيما يلى الرموز الكهربائية للمؤقتات الالكترونية والمؤقتات الهوائية :



مؤقت رعاش مؤقت يؤخر عند الفصل مؤقت يؤخر عند التوصيل



مؤقت هوائى يؤخر عند
التوصيل مثبت على ريلاي



مؤقت هوائى يؤخر عند
الفصل مثبت على ريلاي

١ / ٤ / ٣ - أجهزة التحكم المبرمج Programmable controllers

وتستخدم هذه الأجهزة للتحكم فى العمليات الصناعية وآلات الورش بدلاً من المتممات والمؤقتات الزمنية والعدادات .. إلخ. ولقد ظهرت هذه الأجهزة فى الأسواق فى بداية السبعينات نتيجة للتقدم الكبير فى صناعة الالكترونيات الدقيقة. وتكون هذه الأجهزة من أربعة أجزاء رئيسية وهى:

١- وحدة المعالجة المركزية C.P.U: وهى المسئولة عن تنفيذ برنامج التشغيل وإعطاء أوامر التشغيل لأجهزة الخارج.

٢- الذاكرة Memory: وهى تنقسم إلى نوعين هما:

أ- ذاكرة القراءة والكتابة العشوائية RAM: ويخزن فيها برنامج التشغيل من قبل المستخدم، وكذلك حالة المداخل والمخرج اللحظية وجميع البيانات المدخلة للجهاز.

ب- ذاكرة القراءة العشوائية ROM: وتحتوى على نظام التشغيل للجهاز ولا يمكن للمستخدم الوصول إلى محتويات هذه الذاكرة.

٣- وحدات ربط المداخل الرقمية: حيث يوصل بها أجهزة المداخل مثل: الضواغط ومفاتيح نهاية المشوار والمفاتيح التقاربية ومفاتيح العوامات .. إلخ.

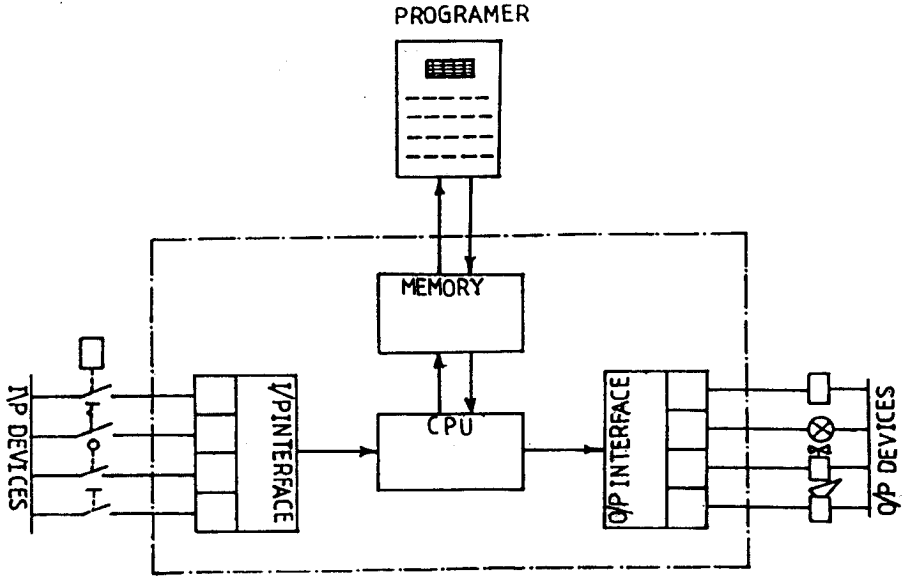
ووظيفة وحدات ربط المداخل هى تقليل الجهود القادمة من أجهزة المداخل لتناسب وحدة المعالجة المركزية c.p.u.

٤- وحدات ربط المخارج الرقمية: ويوصل بها أجهزة المخارج مثل: الكونتاكتورات، والمحابس الكهربائية ولمبات البيان والأبواق.

ووظيفة وحدات ربط المخارج هى رفع الجهود القادمة إليها من وحدة المعالجة المركزية ليناسب عمل أجهزة الخارج.

ويوجد بعض الأجهزة التى تصاحب استخدام أجهزة التحكم المبرمج مثل: وحدة البرمجة لإدخال البرنامج، وكذلك بعض وحدات الذاكرة الخارجية لحفظ برنامج ما.

وفى الشكل (١-١٦) مخطط صندوقى يوضح كيفية توصيل أجهزة التحكم المبرمج مع أجهزة المداخل وأجهزة المخارج ووحدة البرمجة.



الشكل (١٦-١)

١ / ٥ - أجهزة التحكم فى القدرة Power control devices :

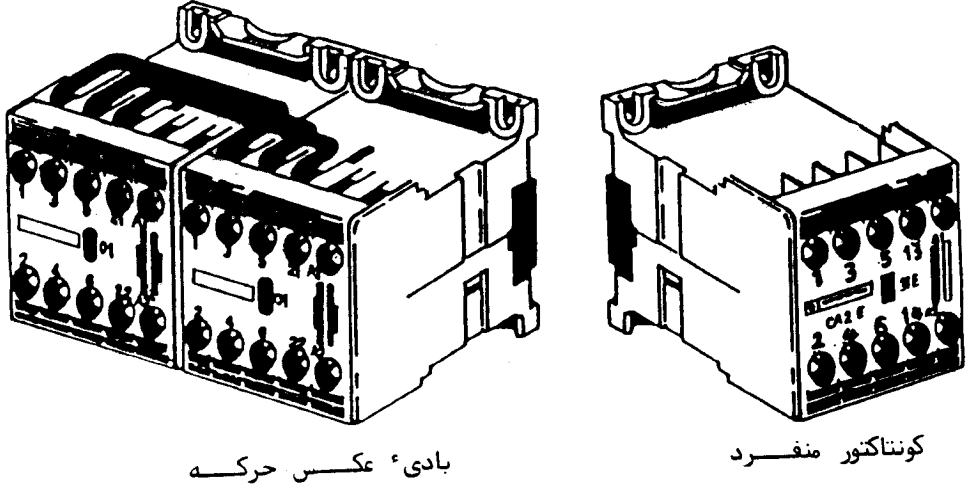
وهذه الأجهزة مسئولة عن تنفيذ أوامر التشغيل المرسلة إليها من أجهزة معالجة البيانات. ويوجد الكثير من أجهزة التحكم فى القدرة مثل: الكونتاكتورات والصمامات الاتجاهية والمحابس الكهربائية وأجهزة التحكم فى سرعة المحركات... إلخ.

وسوف نتناول فى هذه الفقرة أجهزة الكونتاكتورات فقط. ولقد سبق أن أشرنا إلى أن تركيب ونظرية عمل الكونتاكتورات لا تختلف عن الريلييهات إلا فى وظيفتها. فالأولى: تستخدم فى وصل وفصل الأحمال، والثانية: تستخدم فى معالجة البيانات القادمة إليها تبعاً لطريقة توصيلها، وعادة فإن الكونتاكتورات تتواجد منفردة لتشغيل وإيقاف المحركات، وتتواجد مجتمعة على شكل مجموعات تسمى بالبادئات. وهناك أنواع عديدة من البادئات نذكر منها:

أ- بادئ عكس حركة. ب- بادئ نجما - دلتا.

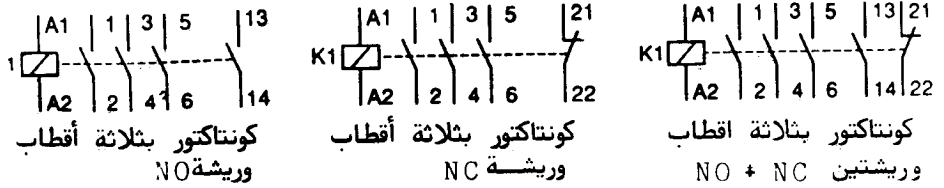
ج- بادئ مقاومات بدء مع العضو الدوار.

والشكل (١٧-١) يعرض صورة لكونتاكطور منفرد، وصورة لبادئ عكس حركة.



الشكل (١٧-١)

وفيما يلي الرموز الكهربائية للكونتاكتورات:



وعادة تثبت المتتمات الحرارية أسفل الكونتاكطورات وتوصل معها كهربياً لحماية المحركات الكهربائية من زيادة الحمل . والشكل (١٨-١) يوضح كيفية تثبيت متمم حرارى مع كونتاكتور . أما الشكل (١٨-٢) فيعرض شكلاً تخطيطياً لكونتاكطور مع متمم حرارى بعد التثبيت .

١ / ٦ - أجهزة مخاطبة نظام التحكم man-machine dialogue :

وهذه الأجهزة تجعل الإنسان قادراً على مخاطبة الآلة بمعنى إعطاء الأوامر للنظام وأيضاً متابعته فى نفس الوقت، وذلك من خلال مجموعة من الضواغط ومفاتيح التشغيل والمفاتيح ذات مواضع التشغيل المختلفة ولمبات البيان وأجهزة الإنذار الصوتى مثل : الأبواق والسراير وبعض شاشات الكومبيوتر وبعض وحدات الإظهار الرقمية ولوحات المفاتيح لأجهزة الكومبيوتر.. إلخ. وتعتبر ألوان لمبات البيان والضواغط فى غاية الأهمية بالنسبة للمشغلين وذلك لتجنب الفهم الخاطئ فى إعطاء الأوامر أو متابعة النظام، والجدول (١-٥) يوضح الألوان الخاصة بالضواغط واستخدامها.

الجدول (١-٥)

اللون	الاستخدام
أحمر	إيقاف stop، فصل off، طوارئ Emergency.
أخضر وأسود	بدء start، تشغيل on.
أصفر	إعادة دورة التشغيل للعملية الصناعية إلى بدايتها.
أبيض أو أزرق فاتح	التحكم فى العمليات الثانوية التى لا ترتبط بدورة التشغيل للنظام.










أما الجدول (١-٦) فيوضح الألوان الخاصة بلمبات البيان ومدلولاتها.

الجدول (١-٦)

اللون	المدلول
أحمر	توقف الماكينة ناتج عن خلل مثل زيادة الحمل عليها (حالة غير طبيعية)
أصفر	انتباه كاقتراب كمية معينة كالتيار أو درجة الحرارة للقيمة القصوى أو الصغرى لها أو تحذير من حدوث شئ غير طبيعى.
أخضر	الماكينة تعمل أو الماكينة جاهزة للبدء أو ضغط الهواء مناسب للعمل.
أبيض	المفتاح الرئيسى فى وضع التشغيل (الدائرة عند جهد التشغيل المعتاد).
أزرق	وظائف مختلفة عن ما سبق ذكره.







والجدول (١-٧) يوضح الرموز الخاصة بالحركات والتى قد توضح أحياناً على الضواغط.

الجدول (٧-١)

الرمز	المدلول	الرمز	المدلول
→	حركة خطية فى اتجاه السهم.		الدوران فى اتجاه السهم ومحدد.
↔	حركة خطية فى الاتجاهين		الدوران مستمر أو تشغيل دائم.
	حركة خطية فى اتجاه السهم.		لفة واحدة أو دورة تشغيل واحدة.
	تنعكس مرة واحدة عند حد معين.		اللفات لكل دقيقة فقط.
	حركة خطية محددة وترددية.		
	اتجاه الدوران فى اتجاه هذا السهم		
	الدوران فى الاتجاهين.		

وأخيراً نستعرض رموز التشغيل للمبات البيان والضواغط الموضحة بالجدول (٨-١).

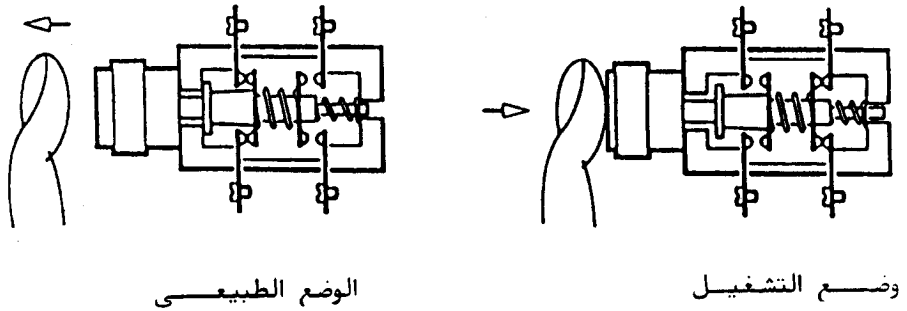
الجدول (٨-١)

الرمز	المدلول	الرمز	المدلول
	تشغيل.		التشغيل أوتوماتيكى.
	إيقاف أو فصل.		تشغيل عند الضغط المستمر على الضاغط
	تشغيل وإيقاف.		إيقاف طوارئ ولونه أحمر.

وتتشابه الضواغط والمفاتيح اليدوية فى أن كلا منهما يحتوى على مجموعة من

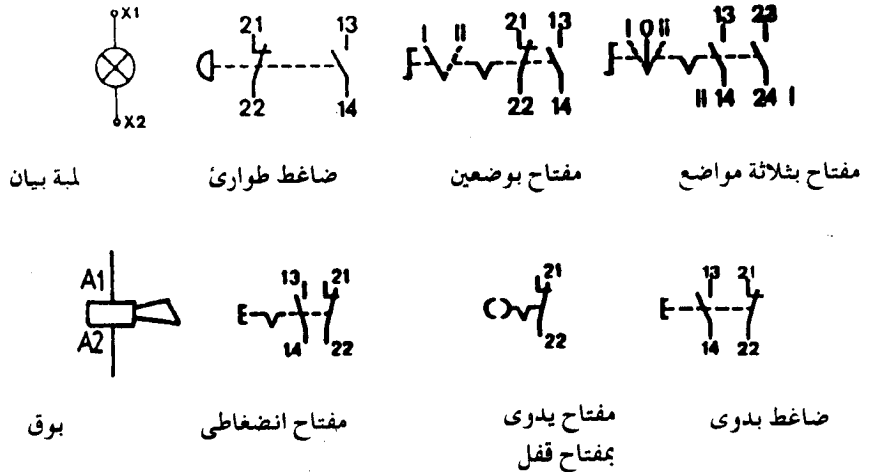
ريش التلامس، منها الريش المفتوحة طبيعياً NO، ومنها المغلقة طبيعياً NC. أما الفرق بينهما ففي خواص التشغيل، فالمفتاح عند تشغيله يعكس حالة ريش تلامسه، فالمفتوحة تصبح مغلقة والعكس صحيح، ويستمر الوضع كذلك إلى أن يقوم المشغل بوضع المفتاح على وضع التوقف وتعود ريش المفتاح لوضعها الطبيعي، أما الضاغط فيعكس حالة ريش تلامسه أثناء قيام المشغل بالضغط عليه، ولكنه بمجرد إزالة الضغط عن الضاغط تعود ريش تلامس الضاغط لوضعها الطبيعي نتيجة لوجود يابى بداخل الضاغط.

وفي الشكل (١-٢٠) قطاعان لضاغط يحتوى على ريشة NO، وريشة NC، فى وضعين مختلفين، الأول فى الوضع الطبيعى، والثانى فى وضع التشغيل.

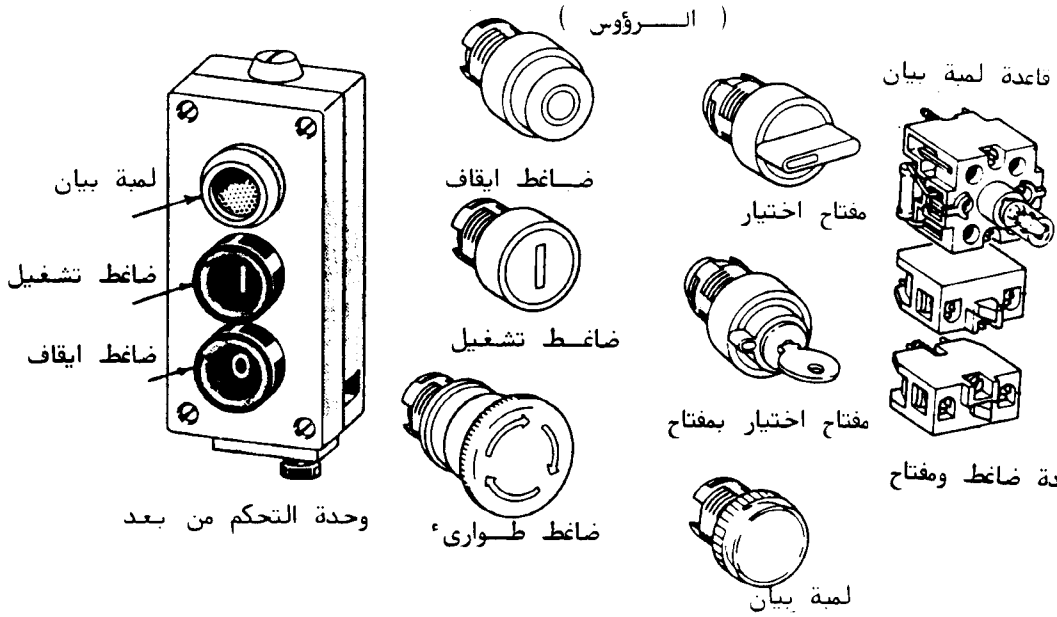


الشكل (١-٢٠)

وفيما يلى الرموز الكهربائية لأجهزة مخاطبة الآلة:



أما الشكل (٢١-١) فيعرض شكل رؤوس كلا من ضاغط تشغيل وضاغط إيقاف وضاغط طوارئ ومفتاح اختيار ذات مفتاح قفل ومفتاح اختيار بيد دوارة ولمبة بيان، وكذلك يعرض شكل قاعدة لمبة بيان وريش تلامس الضواغط المختلفة ومفاتيح الاختيار. علماً بأنه يتم تجميع الرؤوس وقواعد اللمبات أو ريش التلامس على أبواب لوحات التحكم أو على شاسيه موجود داخل غرفة التحكم للمصنع، أو في وحدة التحكم من بعد كالمبينة بالشكل (٢١-١) أيضاً.



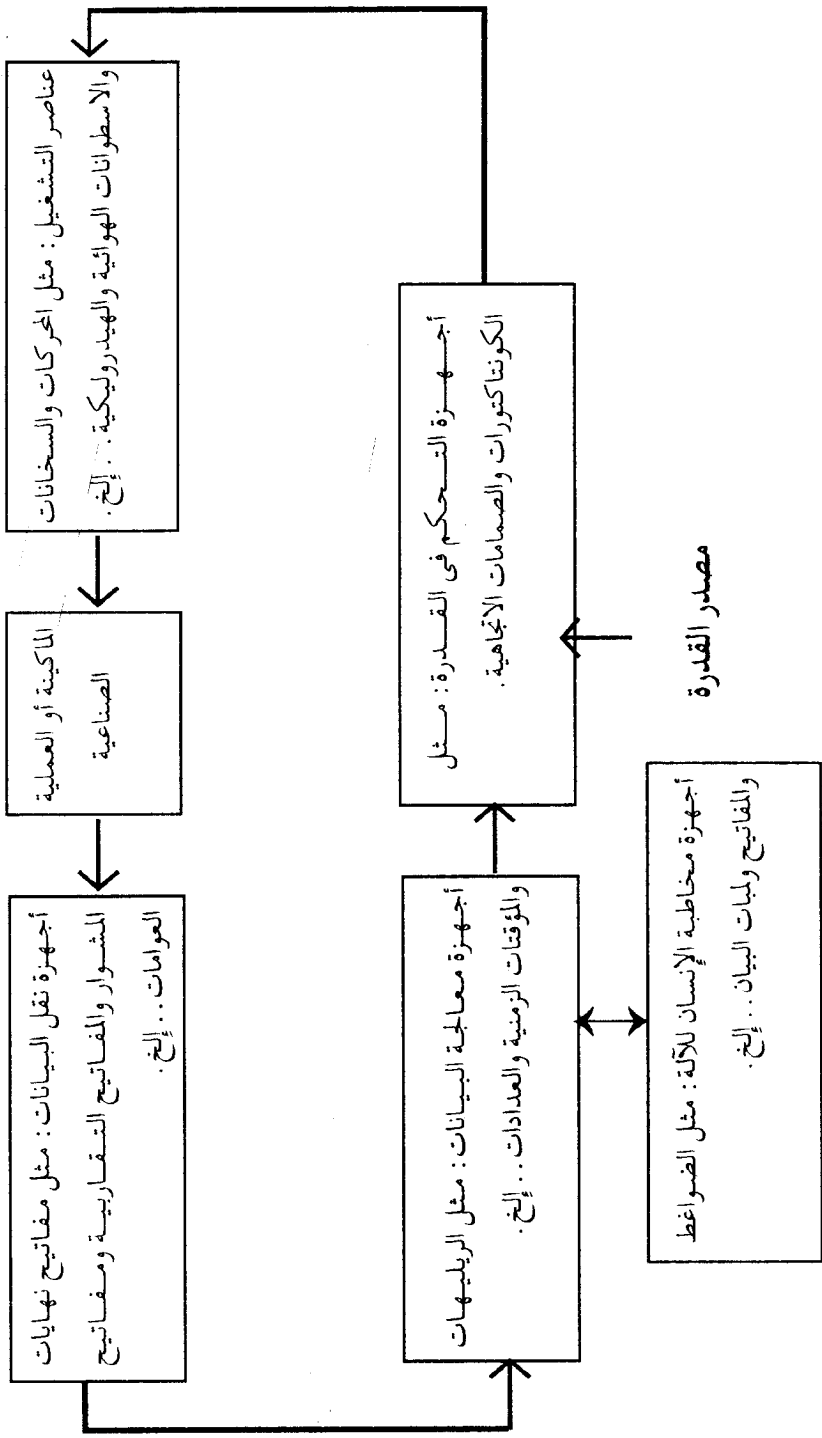
الشكل (٢١-١)

١ / ٧ - العلاقة بين المكونات المختلفة لنظام التحكم الأتوماتيكي :

بعد أن تعرفنا على مكونات نظام التحكم جاء الدور لعرض مكونات نظام التحكم في شكل واحد يوضح العلاقة بينهم وذلك في الشكل (٢٢-١).

ملاحظة :

جميع الرموز المعروضة في هذا الفصل ألمانية عدا المكتوب عليها غير قياسية.



الباب الثاني

الرموز الكهربائية لأجهزة التحكم والآلات الكهربائية

الرموز الكهربائية لأجهزة التحكم والآلات الكهربائية

٢ / ١ - مقارنة بين رموز العالم الشهيرة:

سوف نتناول في هذا الباب الرموز الكهربائية الألمانية والأمريكية والعالمية وذلك للأسباب الآتية:

أ- تعد أجهزة التحكم الألمانية من أفضل الأجهزة؛ حيث إن الألمان متميزون في هذا المجال.

ب - الصناعات الأمريكية بصفة عامة منتشرة بكثرة في الوطن العربي وخصوصاً في دول الخليج.

ج - بعد إقامة السوق الأوروبية المشتركة أصبحت جميع الدول الصناعية الكبرى تستخدم الرموز العالمية في صناعتها.

ولهذه الأسباب وجدنا أنه من الأفضل أن تكون الرموز المستخدمة في جميع المخططات الكهربائية في هذا الكتاب خاضعة لأحد النظم الآتية:





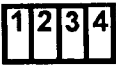



















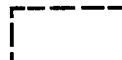











١ - الرموز الكهربائية الألمانية الحديثة الخاضعة للمواصفات الفنية للمهندسين الكهربائيين الألمان DIN.

٢ - الرموز الكهربائية الأمريكية الدولية ANSI ، علماً بأن هذه الرموز تتفق مع الرموز الكندية CSA.

٣ - الرموز العالمية الحديثة IEC.

وفي الفقرات التالية عرض لأهم الرموز الألمانية والعالمية والأمريكية الحديثة.

١/١/٢ - الرموز العامة:

الوصف	الرمز الألماني	الرمز العالمي	الرمز الأمريكي
طرف توصيل في الدائرة			
مجموعة من نقاط التفريع (نهايات الشعب)			
الأوجه الرئيسية (خط مستمر)			
الأوجه الرئيسية (خط متقطع)			
خط العمل بين أجزاء منفصلة			
خط العمل بين جهازين متجاورين			
الفاصل بين مجالين			
الهيكل الخارجي في الجهاز			
غلاف معدني للأجهزة الإلكترونية والكابلات			
رمز التأريض			
أرضى الحماية بالجهاز			
خط الأرضي			
فيشة وويريزة			

ملاحظة:

الخانات الفارغة تعنى أنه لا يوجد رمز قياسى.

٢/١/٢-رموز المقاومات والمكثفات والملفات وأجهزة الإشارة والإنذار:

الوصف	الرمز الألماني	الرمز العالمي	الرمز الأمريكي
مقاومة			
ملف			
مكثف			
مكثف له نقطة منتصف			
الرمز العام للمبة البيان			
لمبة بيان متوهجة			
لمبة نيون			
جرس			
بوق			

ملاحظة:

الخانات الفارغة تعني أنه لا يوجد رمز قياسي.

٣/١/٢ - رموز أجهزة التحكم والقياس وریش التلامس المختلفة:

الوصف	الرمز الألماني	الرمز العالمي	الرمز الأمريكي
بوينة كونتاكتور أو ريلاي			
مؤقت زمني			
مؤقت زمني يؤخر عند التوصيل			
مؤقت زمني يؤخر عند الفصل			
مؤقت زمني يؤخر عند التوصيل والفصل			
متمم مغناطيسي يعمل عند القصر			
متمم حراري يعمل عند زيادة الحمل			
متمم يعمل عند حدوث تسرب أرضي			
رشة مفتوحة طبيعياً NO			
رشة مغلقة طبيعياً NC			
رشة قلاب CO			
رشة مفتوحة طبيعياً تغلق مبكراً			
رشة مغلقة تؤخر عند الفتح			
رشة مفتوحة لمؤقت يؤخر عند التوصيل			
رشة قلاب لمؤقت يؤخر عند الفصل			

ملاحظة:

الخانات الفارغة تعني أنه لا يوجد رمز قياسي

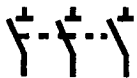
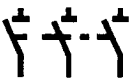
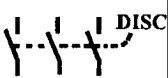
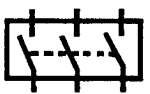
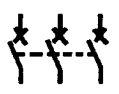
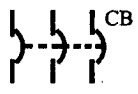
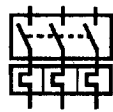
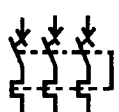
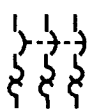
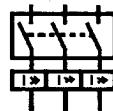
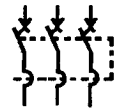


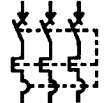







٤/١/٢ - رموز الضواغط والمفاتيح اليدوية وأجهزة نقل المعلومات:

الوصف	الرمز الألماني	الرمز العالمي	الرمز الأمريكي
ريشة مفتوحة وأخرى مغلقة لضغط			
ريشة مفتوحة طبيعياً لفتح يعمل بالضغط			
ريشة مغلقة لفتح بدوى يعمل بالضغط			
ريشة مفتوحة لنهاية مشوار			
ريشة مغلقة لنهاية مشوار			
ريشة مغلقة تحت تأثير الضغط لفتح نهاية مشوار			
ريشة مفتوحة تحت تأثير الضغط لفتح نهاية مشوار			
ريشة مغلقة لفتح تقاربى حتى			
ريشة مفتوحة لفتح تقاربى حتى			
جهاز استشعار حساس للتقارب			
ريشة مفتوحة طبيعياً لفتح ضغط			
ريشة مغلقة طبيعياً لفتح ضغط			
ريشة مفتوحة طبيعياً لعوامة			

ملاحظة:

الخانات الفارغة تعنى أنه لا يوجد رمز قياسى.

٥/١/٢ - رموز أجهزة الوصل والفصل اليدوي والأتمتاتيكى:

الوصف	الرمز الألماني	الرمز العالمي	الرمز الأمريكي
سكينة ثلاثة أوجه			
قاطع أتمتاتيكى.			
قاطع أتمتاتيكى مع متمم حرارى			
قاطع أتمتاتيكى مع متمم مغناطيسى			
قاطع أتمتاتيكى مع متمم حرارى وآخر مغناطيسى			
قاطع محركات مزودة بضغوط للتشغيل اليدوى وآخر للفصل			
مصهر			

٦/١/٢ - رموز المحولات والمولدات والمحركات الكهربائية:

الوصف	الرمز الألماني	الرمز العالمي	الرمز الأمريكي
محول جهد أو محول قدرة أو محول تحكم			
محول ذاتي			
محول تيار			
مولد (رمز عام)			
محرك (رمز عام)			
محرك تيار مستمر			
محرك ثلاثة أوجه			
محرك استنتاجي ذو قفص سنجابي ثلاثة أوجه			
محرك استنتاجي ذو عضو دوار ملفوف ثلاثة أوجه			

٢ / ٢ - حروف أجهزة التحكم بالنظام الألماني والعالمي :

الجدول التالي يعرض مقارنة بين حروف أجهزة التحكم بالنظام الألماني القديم والحديث والنظام العالمي الحديث :

الوصف	النظام العالمي	النظام الألماني	
		حديث	قديم
الأوجه الثلاثة	L1,L2,L3	L1,L2,L3	R,S,T
التعادل	N	N	MP
الأرضي	PE	PE	SL
أطراف محرك يعمل نجما دلثا	U1,V1,W1	U1,V1,W1	U,V,W
	U2,V2,W2	U2,V2,W2	X,Y,Z
أطراف محرك بسرعتين	U1,V1,W1	1U,1V,1W	Ua,Va,Wa
	U2,V2,W2	2U,2V,2W	Ub,Vb,Wb
أطراف العضو الدوار	K, L, M	K, L, M	U,V,W
المكثفات	C	C	k
أجهزة الوقاية	F	F	e
الموحدات	V	G	n
لمبات البيان والهورنات	H	H	h
الكونتاكتور الرئيسي والريليهات	KM,K	KM,KA	c,d
المؤقتات الزمنية	D	KT	KT
المحركات	M	M	m
المولدات	G	G	G
أجهزة القياس	P	P	g
المفاتيح الرئيسية	Q	Q	a
المقاومات	R	R	r
الضواغط والمفاتيح	S	S	b
مفاتيح الضغط ودرجة الحرارة .	B	F	F
المحولات	T	T	m
الصمامات الكهربائية	Y	Y	S

٢ / ٣ - نظام الترقيم لأجهزة التحكم بالنظام العالمى والألمانى :

يتشابه نظام الترقيم لأجهزة التحكم لكلا النظامين العالمى والألمانى ، وفيما يلى عرض لنظام الترقيم :

١- ترقيم الأقطاب الرئيسية لأجهزة التحكم مثل : الكونتاكتورات والمتتمات الحرارية وقواطع المحركات وقواطع الدائرة الأتوماتيكية والسكاكين والمصهرات كما يلى :

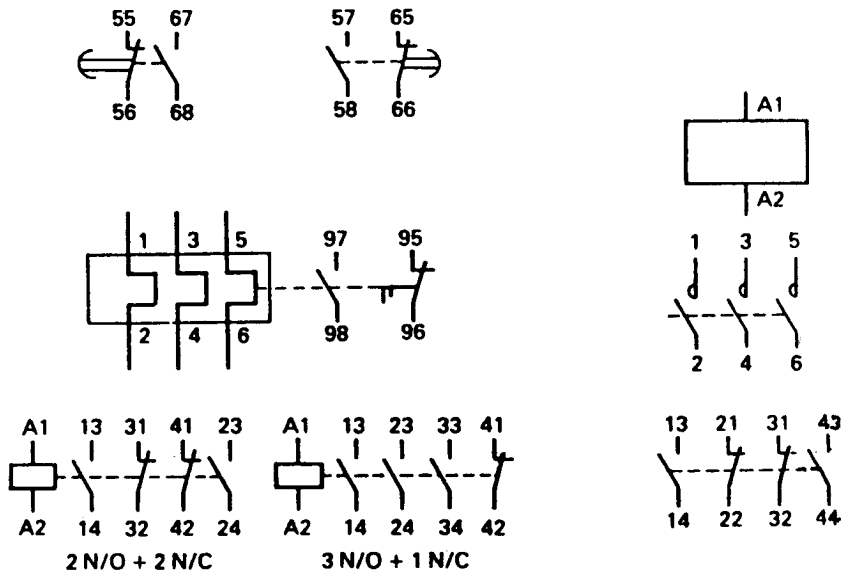
القطب الأول : (L1-T1) أو (1 - 2) .

القطب الثانى : (L2-T2) أو (3 - 4) .

القطب الثالث : (L3-T3) أو (5 - 6) .

٢- ترقم ريش التحكم لأجهزة التحكم مثل : الكونتاكتورات والضواغط والمفاتيح المختلفة والمتتمات الحرارية والقواطع والمؤقتات الزمنية .. إلخ بعددين . العدد الموجود جهة اليمين يدل على نوع الريشة ، والموجود جهة اليسار يدل على ترتيب الريشة داخل الجهاز . ويختلف العدد الموجود جهة اليمين حسب نوع الريشة مفتوحة أو مغلقة وأيضاً حسب نوع الجهاز ، فريش التحكم المفتوحة بالكونتاكتورات والضواغط والمفاتيح المختلفة (مفاتيح الضغط - مفاتيح العوامات - مفاتيح درجة الحرارة - المفاتيح التقاربية .. إلخ) تأخذ الأعداد 3-4 ، والمغلقة تأخذ الأعداد 1-2 ، أما ريش التحكم المفتوحة للمؤقتات الزمنية والمتتمات الحرارية فتأخذ الأعداد 7-8 والمغلقة تأخذ الأعداد 5-6 .

٣- ترقم أطراف القلب المغناطيسى ذات الملف الواحد بالرموز A1-A2 ، وذات الملفين (A1-A2) أو (B1-B2) . والشكل (٢-١) يوضح نظام الترقيم لأجهزة التحكم المختلفة :



الشكل (١-٢)

الباب الثالث

التحكم فى المحركات الاستنتاجية

التحكم فى المحركات الاستنتاجية

١ / ٣ - اخططات الكهربائية :

تتكون اخططات الكهربائية لنظم التحكم من :

١ - دوائر التحكم . ٢ - الدوائر الرئيسية .

وسوف نتناول ما سبق فى الفقرات التالية بالتفصيل .

١ / ١ / ٣ - دوائر التحكم Control circuits :

هذه الدوائر توضح مسار التيار للملفات تشغيل الكونتاكتورات والريليهات والمؤقتات الزمنية وكذلك لمبات البيان والأبواق .

وعادة يكون جهد دوائر التحكم مساويا لجهد الوجه للدوائر الرئيسية أو جهد الخط للدوائر الرئيسية أو جهد آخر صغير، ويمكن الحصول عليه باستخدام محول تحكم . وفيما يلى الجهود القياسية لدوائر التحكم .

(24,48,110,127,220 V)

وهذه الجهود إما مستمرة أو متغيرة، وعادة ترسم ريش التحكم لأجهزة التحكم المستخدمة مثل : الكونتاكتورات والريليهات والمؤقتات الزمنية والضواغط والمفاتيح فى وضعها الطبيعى، فالمفتوحة طبيعيا NO ترسم مفتوحة، والمغلقة طبيعيا NC ترسم مغلقة إلا فى حالات قليلة، حيث يوضع سهم يشير لأعلى بجوار أى عنصر من عناصر دائرة التحكم ليدل على أنه تحت تأثير مؤثر خارجى . على سبيل المثال لو وضع سهم بجوار ملف ريلاي دل على أن هذا الملف يصله تيار كهربى، وإذا رسم هذا السهم بجوار ضاغط دل على أن الضاغط مضغوط عليه باليد، وبالتالي فإن حالة ريش الضاغط تكون معكوسة وهكذا وتستخدم المصهرات أو قواطع الدائرة الأتوماتيكية لحماية دوائر التحكم من القصر، ولكن عندما يزداد حجم دائرة التحكم، كأن يصبح عدد الملفات فى دائرة التحكم أكبر من خمسة ملفات، تصبح

المصهرات وقواطع الدائرة الأتوماتيكية غير كافية لحماية دائرة التحكم، وفي هذه الحالة يستخدم محولات تحكم بالإضافة إلى وسائل الحماية السابقة وذلك لتقليل تيار القصر عند حدوثه نتيجة للمقاومة الداخلية الكبيرة للمحول، علماً بأن محول التحكم لا يختلف عن المحول العادى ذى الملفين المنفصلين إلا فى سعته المنخفضة.

ملاحظة:

يجب أن تتساوى جهود تشغيل ملفات الكونتاكتورات والمؤقتات الزمنية والأبواق ولمبات البيان المستخدم فى دائرة تحكم واحدة، وكذلك تساوى جهد مصدر دائرة التحكم.

٣ / ١ / ٢ - الدوائر الرئيسية Power circuits:

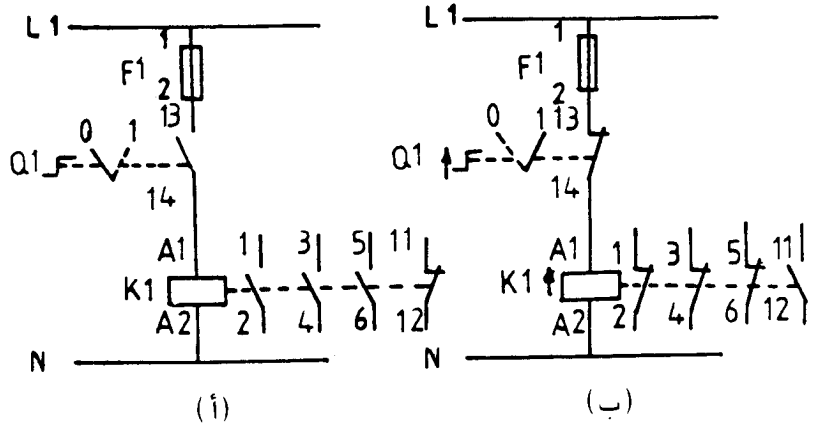
وهذه الدوائر توضح مسار التيار للأحمال الكهربائية مثل: المحركات والسخانات ولمبات الإضاءة. ويظهر فى هذه الدوائر الأقطاب الرئيسية لأجهزة التحكم (الكونتاكتورات والقواطع الأتوماتيكية وقواطع المحركات والمتومات الحرارية... إلخ) فى وضعها الطبيعى. وعادة تستخدم المصهرات أو القواطع الأتوماتيكية لحماية هذه الدوائر من القصر. ويستخدم المتعم الحرارى لحماية المحركات من زيادة الحمل وتستخدم قواطع المحركات لحماية المحركات من زيادة التيار ومن القصر، وترسم القواطع الأتوماتيكية وقواطع المحركات فى وضع Off وتكون جميع أقطابها مفتوحة.

٣ / ٢ - نظرية تشغيل الكونتاكتور أو الريلاى:

يمكن تشغيل الكونتاكتور أو الريلاى بمفتاح له وضعاً تشغيل أو بضغط تشغيل يدوى، ولكل طريقة تشغيل خصائص مميزة لها ستوضح فى الفقرات التالية، علماً بأن التركيب الداخلى للكونتاكتور أو الريلاى مبين فى الشكل (١-١١).

٣ / ٢ / ١ - التشغيل والفصل بمفتاح له وضعاً تشغيل

الشكل (٣-١ أ، ب) يعرض دائرة تحكم تحتوى على ملف الكونتاكتور K1، ومفتاح التشغيل Q1، ومصهر الحماية F1.

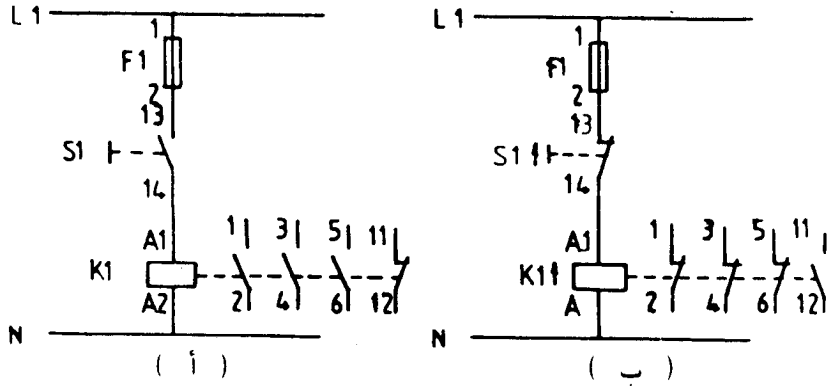


الشكل (١-٣)

أما الشكل (أ) فيعرض دائرة التحكم في الحالة المعتادة عندما يكون وضع المفتاح Q1 على وضع 0. بينما الشكل (ب) يعرض دائرة التحكم عندما يكون وضع المفتاح Q1 على وضع 1 وفي هذا الوضع فإن ريشته المفتوحة ستصبح مغلقة وبالتالي يكتمل مسار التيار للملف الكونتاكتور K1، فبتمغنط وينجذب الشق المتحرك في القلب المغناطيسي تجاه الشق الثابت، فيتغير وضع ريشة التلامس للكونتاكتور، ويقال إن الكونتاكتور في حالة تشغيل، وتصبح الأقطاب الرئيسية للكونتاكتور مغلقة بدلا من كونها مفتوحة، ويتغير وضع ريش التحكم، فتصبح الريشة المفتوحة طبيعيا مغلقة والعكس بالعكس. علما بأن الكونتاكتور K1 يظل على هذه الحالة إلى أن يتم إعادة المفتاح Q1 إلى وضع 0 فينقطع مسار التيار للملف الكونتاكتور وتعود جميع ريش التلامس (رئيسية وتحكم) إلى وضعها الطبيعي، ويقال إن الكونتاكتور في حالة فصل.

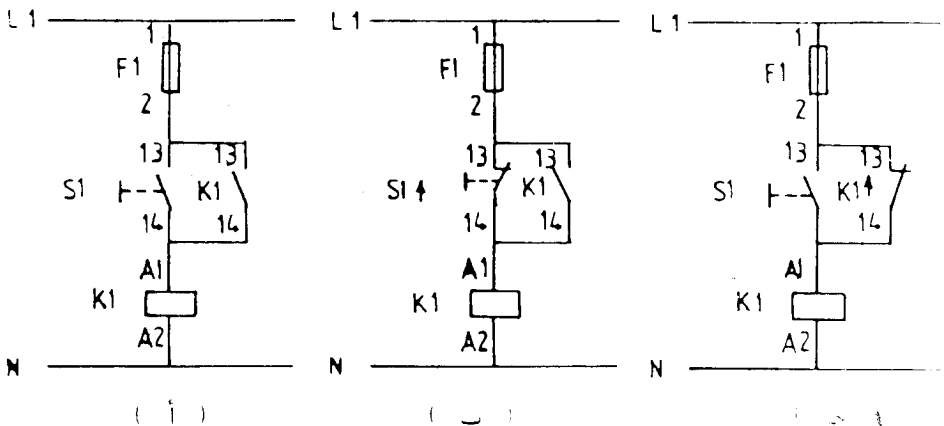
٣ / ٢ / ٢ - التشغيل والفصل بضغط يدوي :

الشكل (٣-٢ أ، ب) يعرض دائرة التحكم لتشغيل الكونتاكتور K1 باستخدام الضابط اليدوي S1.



الشكل (٢-٣)

أما الشكل (أ) فيعرض دائرة التحكم في الحالة المعتادة، بينما الشكل (ب) يعرض دائرة التحكم عندما يكون الضاغط S1 تحت تأثير ضغط يدوى، والفرق بينهما يشبه تماماً الفرق بين الشكلين (١-٣، أ، ب)، ولكن هناك ملاحظة وهى أنه للمحافظة على استمرارية تشغيل الكونتاكتور K1 عند استخدام ضاغط يدوى يلزم استمرارية الضغط على الضاغط S1 وهذا بالطبع يمثل مشكلة فى الحياة العملية. وحتى يمكن التغلب على هذه المشكلة استخدمت ريشة تحكم من الكونتاكتور K1 حيث يتم توصيل هذه الريشة بالتوازي مع الضاغط S1 كما هو واضح بالأشكال (٣-٣، أ، ب، ج). فالشكل (٣-٣) يمثل دائرة التحكم لتشغيل الكونتاكتور K1 بضغوط تشغيل يدوى وريشة إبقاء ذاتى فى الحالة المعتادة.



الشكل (٣-٣)

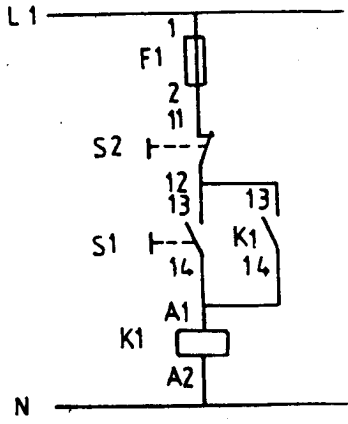










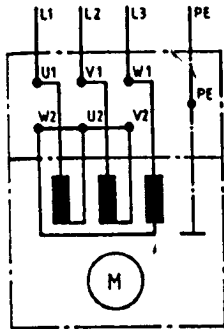


الشكل (٣-٤)

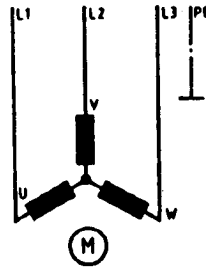
أما الشكل (٣-٣ ب) فيعرض دائرة التحكم ولكن أثناء الضغط على الضاغط اليدوي S1، أما الشكل (٣-٣ ج) فيعرض دائرة التحكم ولكن بعد تحرير الضاغط اليدوي. ويتضح من ذلك أن ريشة التحكم للكونتاكتور K1 عملت على الإبقاء الذاتي لمرور التيار الكهربى للملف للكونتاكتور K1 بعد إزالة الضغط على الضاغط اليدوي S1. ولكن بهذه الطريقة ظهرت مشكلة

أخرى وهو عدم إمكانية فصل الكونتاكتور وللتغلب على هذه المشكلة يضاف ضاغط آخر للإيقاف كما هو موضح بالشكل (٣-٤). حيث إن S1 ضاغط التشغيل، S2 ضاغط الإيقاف، الريشة K1 هى ريشة الإمساك الذاتى لمسار التيار وهى أحد ريش التحكم للكونتاكتور K1.

٣ / ٣ - تشغيل وإيقاف محرك استنتاجى ثلاثى الأوجه :



روزته

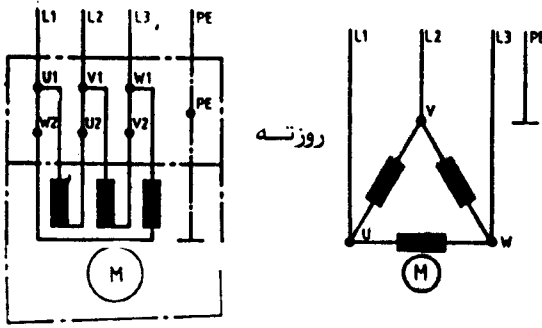


الشكل (٣-١٥)

عادة تعمل المحركات الاستنتاجية ثلاثية الأوجه ذات القفص السنجابى عند جهدين مختلفين، فإذا كان جهد التشغيل المكتوب على لوحة بيانات المحرك هو 220/380VΔ/Y دل ذلك على أن المحرك يجب أن توصل ملفاته دلتا إذا كان جهد المصدر الثلاثى الأوجه 220V

وتوصل ملفات المحرك نجما إذا كان جهد المصدر الثلاثى الأوجه 380V. والشكل (٣-١٥ أ) يبين شكل ملفات المحرك الموصلة نجما وكيفية تحقيق توصيلة النجما على روزة المحرك.

والشكل (٣-٥ ب) يبين شكل ملفات المحرك الموصلة دلتا وكيفية تحقيق توصيلة الدلتا على روزة المحرك.



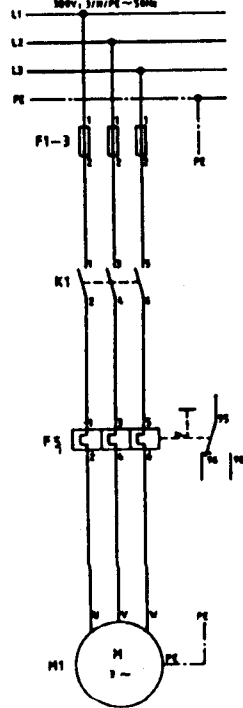
روزته

ويلاحظ أن للمحرك ستة أطراف وهم (U1,V1,W1) (U2,V2,W2) ففي توصيله النجما تقصر الأطراف (U2, V2, W2) وتوصل

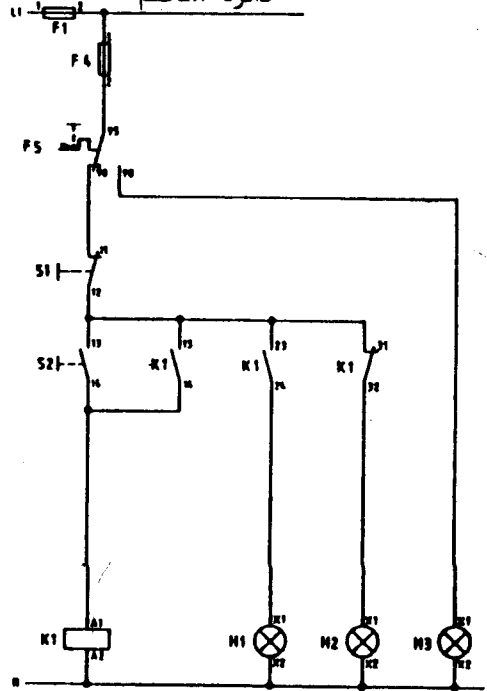
(الشكل ٣-٥ ب)

الأطراف (U1,V1,W1) بالمصدر الكهربى وفي توصيله الدلتا تقصر الأطراف (U1,V1,W1) بالمصدر الكهربى. وتوصل الأطراف (W1 - V2) و (V1 - U2) و (U1 - W)

الدائرة الرئيسية



دائرة التحكم



(الشكل ٣-٦)

وفى الشكل (٣-٦) المخطط الكهربى لتشغيل وإيقاف محرك استنتاجى ذى قفص سنجابى ثلاثى الأوجه مستخدما الرموز الألمانية الحديثة، وكما هو واضح من هذا الشكل أن المخطط الكهربى يتكون من دائرة تحكم ودائرة رئيسية.

محتويات المخطط:

- ١- ثلاثة مصهرات أحادية القطب لحماية الدائرة الرئيسية للمحرك من القصر F1- F2 - F3 .
- ٢- الكونتاكتور K1، والذى يقوم بوصل وفصل التيار الكهربى عن المحرك M1 .
- ٣- المتتم الحرارى F5، والذى يقوم بحماية المحرك من زيادة الحمل .
- ٤- مصهر أحادى القطب F4، والذى يقوم بحماية دائرة التحكم للمحرك من القصر.
- ٥- ضاغط إيقاف S1 وضاغط تشغيل S2 .
- ٦- لمبة بيان التشغيل H1 ولمبة بيان التوقف H2 ولمبة بيان زيادة الحمل H3 .

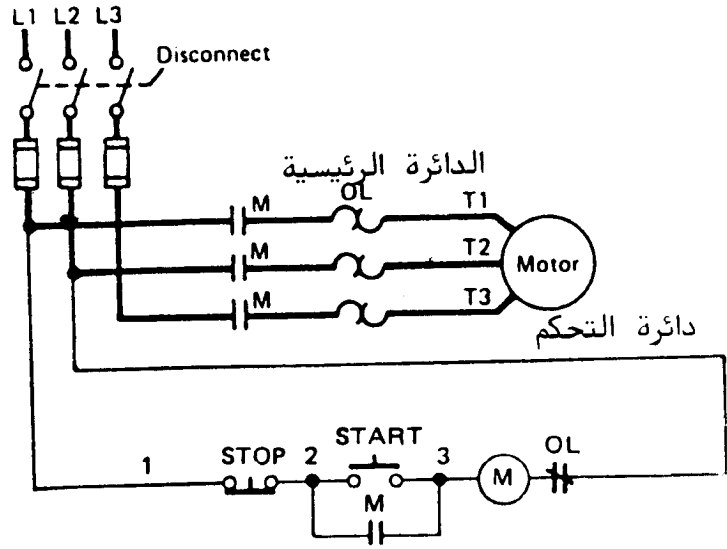
نظرية التشغيل:

عند الضغط على الضاغط S2 للحظة تنغلق الريشة S2/13-14 فيكتمل مسار التيار للملف الكونتاكتور K1 ويتمغنط، وتباعاً يعمل الكونتاكتور K1 فتتغلق الأقطاب الرئيسية للكونتاكتور والموجودة فى الدائرة الرئيسية ويدور المحرك، وكذلك تنغلق الريشة K1/13-14 والموجودة فى الدائرة التحكم فيحدث إمساك ذاتى لمسار التيار عندما يزال الضغط عن الضاغط S1، وتضىء اللمبة H1 نتيجة لغلق الريشة K1/23-24 . ويمكن إيقاف المحرك بالضغط على الضاغط S1 للحظة فينقطع مسار التيار عن الملف K1، فتعود الريش الرئيسية والريشة المساعدة لهذا الكونتاكتور لوضعها الطبيعى ويتوقف المحرك . وبعد إزالة الضغط عن S1 تعود الريشة S1/11-12 مغلقة مرة أخرى فتضىء اللمبة H3 لتدل على أن المحرك متوقف .

وإذا حدث زيادة فى الحمل على المحرك أثناء دورانه يقوم المتتم الحرارى F5 بعكس حالة ريشة فتصبح الريشه، F5/95-96 مفتوحة فينقطع مسار التيار عن K1 وفى نفس الوقت تغلق الريشة F5/95-98 فيكتمل مسار التيار لللمبة الخطأ H3 وتضىء دلالة على أن المحرك فصل نتيجة لزيادة الحمل عليه .

ولتحرير المتتم الحرارى نقوم بالضغط على ضاغط تحريره، فتعود الريشة القلاب للمتتم الحرارى F5/95-96-98 لوضعها الطبيعى الموضح بدائرة التحكم.

أما الشكل (٧-٣) فيعرض المخطط الكهربى لتشغيل وإيقاف محرك باستخدام الرموز الأمريكية.



الشكل (٧-٣)

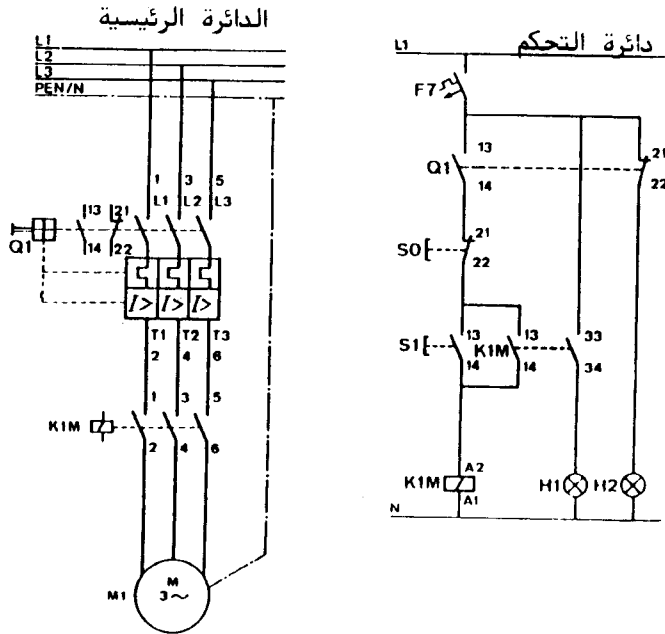
محتويات المخطط :

- سكين رئيسية disconnect .
- مصهرات رئيسية لحماية الدائرة الرئيسية ودائرة التحكم.
- متتم حرارى OL .
- كونتاكتور M .
- ضاغط تشغيل start .
- ضاغط إيقاف stop .

نظرية التشغيل :

توضع السكينة الرئيسية على وضع ON، وعند الضغط على الضاغط start يكتمل مسار التيار لملف الكانتاكتور M، وبالتالي يدور المحرك Motor، وفي نفس اللحظة يحدث إمساكاً ذاتي لمسار التيار لملف الكونتاكتور M بواسطة الريشة المفتوحة M والموصلة بالتوازي مع ضاغط التشغيل Start، وعند الضغط على ضاغط إيقاف Stop ينقطع مسار التيار عن ملف الكونتاكتور M ويتوقف المحرك.

أما الشكل (٨-٣) فيعرض الدائرة الرئيسية ودائرة التحكم لتشغيل وإيقاف محرك مستخدماً قاطع محركات بدلاً من المتتم الحرارى والمصهرات باستخدام الرموز الألمانية الحديثة، ولتشغيل المحرك M1 يوضع القاطع Q1 على وضع ON، ثم نضغط على الضاغط S1 فيكتمل مسار التيار لبوبينة الكونتاكتور K1M.



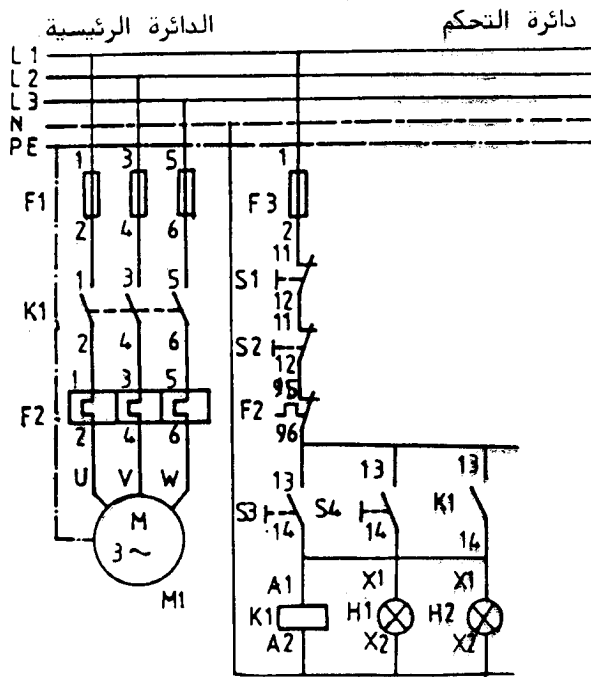
الشكل (٨-٣)

ويدور المحرك M1 وتضيء اللمبة H1، وعند زيادة الحمل على المحرك أو حدوث

قصر على أطراف المحرك يقوم القاطع Q1 بفصل الدائرة الرئيسية ودائرة التحكم في نفس الوقت فيتوقف المحرك وتنطفئ اللمبة H1، بينما تضيء اللمبة H2 . ويمكن إيقاف المحرك في الوضع المعتاد بالضغط على الضاغط SO .

١ / ٣ / ٣ - تشغيل وإيقاف محرك من مكانين مختلفين:

أحياناً يلزم الأمر تشغيل وإيقاف المحركات من مكانين مختلفين، ولتحقيق ذلك يستخدم ضاغطين للتشغيل، وضاغطين للإيقاف وعدد 2 لمبة تشغيل. والشكل (٩-٣) يوضح الدائرة الرئيسية ودائرة التحكم لتشغيل وفصل محرك من مكانين مختلفين باستخدام الرموز الألمانية الحديثة .

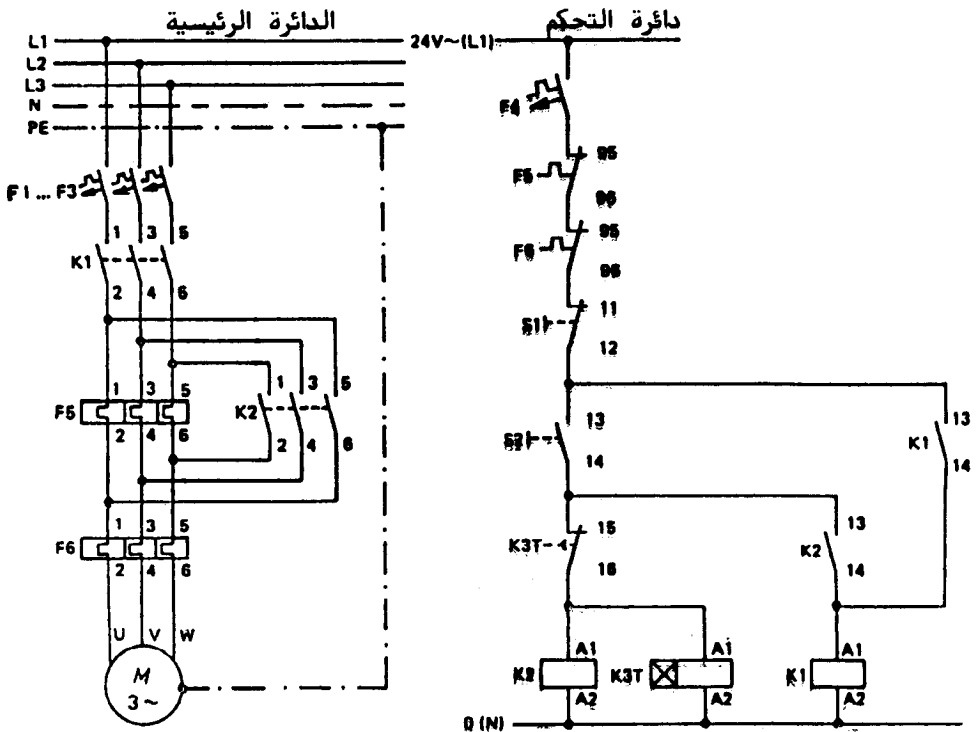


الشكل (٩-٣)

علماً بأن شكل وحدة التحكم من بعد والمستخدم في تشغيل المحرك موضحة بالشكل (٢١-١). حيث إن ضواغط الإيقاف هي S2,S1 ويوصلان معاً على التوالي، أما ضواغط التشغيل فهما S3,S4 ويوصلان معاً على التوازي، ولبيان التشغيل هما H1,H2 ويوصلان معاً على التوازي.

٣ / ٣ / ٢ - البدء بمتتم حرارى والدوران بمتتم آخر

يستلزم الأمر أحياناً استعمال عدد 2 متتم حرارى للمحرك الواحد، أحدهما للبدء، والآخر للتشغيل المعتاد، وذلك لأن تيار البدء كبير مقارنة بتيار التشغيل العادى الأمر الذى يستحيل عنده استخدام متتم حرارى واحد.



الشكل (١٠-٣)

ولذلك يتم عمل قصر على المتمم الحرارى الخاص بالتشغيل المعتاد أثناء بدء المحرك، وبعد إتمام عملية البدء بنجاح يزال القصر ويصبح المتممان الحراريان موصلين معاً على التوالى مع المحرك، ولكن الفعال هو الثانى لصغر تيار الفصل له مقارنة بالاول. والدائرة الرئيسية ودائرة التحكم اللتان تحققان ذلك موضحتان بالشكل (٣-١٠) باستخدام الرموز الألمانية الحديثة.

محتويات المخطط الكهربى:

- ١- ثلاثة قواطع دائرة أتوماتيكية أحادية القطب F1,F2,F3 لحماية الدائرة الرئيسية من القصر.
- ٢- عدد 2 كونتاكتور الأول K1 لوصل وفصل التيار الكهربى للمحرك M1، والثانى K2 لعمل قصر على المتمم الحرارى الخاص بالتشغيل عند البدء.
- ٣- متمم حرارى للتشغيل F5، ومتمم حرارى للبدء F6.
- ٤- محرك استنتاجى ثلاثى الأوجه M1.
- ٥- قاطع دائرة أتوماتيكية أحادى القطب F4 لحماية دائرة التحكم من القصر.
- ٦- ضاغط إيقاف S1 وضغط تشغيل S2.
- ٧- مؤقت زمنى يؤخر عند التوصيل K3T ويقوم بالتحكم فى زمن القصر على المتمم الحرارى الخاص بالتشغيل المعتاد.

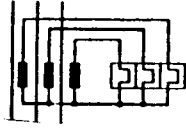
نظرية التشغيل:

فى البداية توضع القواطع الأتوماتيكية F1,F2,F3,F4 على وضع ON، وعند الضغط على الضاغط S2 يكتمل مسار التيار لكل من ملف الكونتاكتور K2 والمؤقت الزمنى K3T فيتغنتان، ويعمل الكونتاكتور K2 فتتغير حالة ريش تلامسه وينتج عن ذلك غلق الريشة 14-13/K2 فيكتمل مسار التيار فى الدائرة الرئيسية عبر الأقطاب الرئيسية لكل من القواطع الأتوماتيكية F1,F2,F3، والكونتاكتور K1،

والكونتاكتور K2، والمتمم الحرارى F6، ولكن بعد انتهاء الزمن المعايير عليه المؤقت الزمنى K3T يتغير حالة ريش التلامس لهذا المؤقت فتفتح الريشة K3T/15-16 فينقطع مسار التيار عن ملف الكونتاكتور K2، ويتحول الكونتاكتور لحالة الفصل ويصبح المتمم الحرارى F5 على التوالى مع المتمم الحرارى F6، وحيث إن تيار الفصل المعايير عليه المتمم الحرارى F5 أصغر بكثير من تيار الفصل المعايير عليه المتمم الحرارى F6؛ لذا فإن F5 هو الفعال أثناء التشغيل المعتاد. علماً بأن تيار البدء المباشر للمحركات الاستنتاجية ذات القفص السنجابى تساوى 6 مرات تقريباً من تيار التشغيل المعتاد.

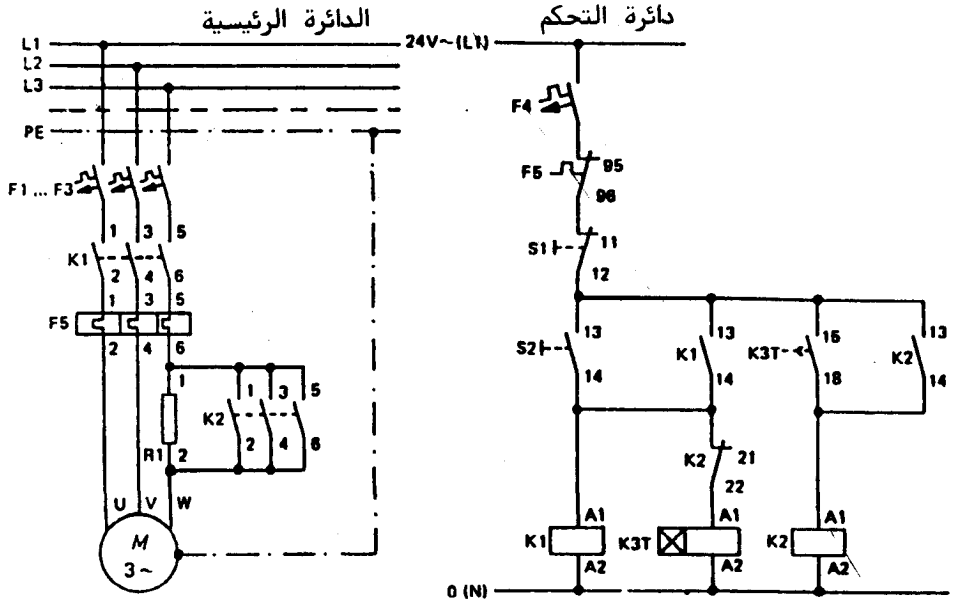
ملاحظة:

توجد متممات حرارية تحتوى على محولات تيار، وتستخدم هذه المتممات لحماية المحركات الكبيرة من زيادة الحمل. وفى الرسم المقابل رمز المتمم الحرارى بمحولات تيار (بالنظام الألمانى).



٣ / ٣ / ٣ - البدء بسرعة بطيئة (دائرة كوزا):

أحياناً يلزم الأمر بدء حركة المحرك بسرعة بطيئة لإدارة بعض الأحمال الخاصة على سبيل المثال ماكينات النسيج خوفاً من قطع الخيط، ويستخدم فى ذلك دائرة كوزا نسبة لمخترعها حيث يتم إدخال مقاومة مع أحد الأوجه، فيقل بالتالى عزم البدء للمحركات وتباعاً تقل سرعة البدء. وفى الشكل (٣-١١) دائرتا التحكم والدائرة الرئيسية لكوزا باستخدام الرموز الألمانية الحديثة.



الشكل (١١-٣)

نظرية التشغيل :

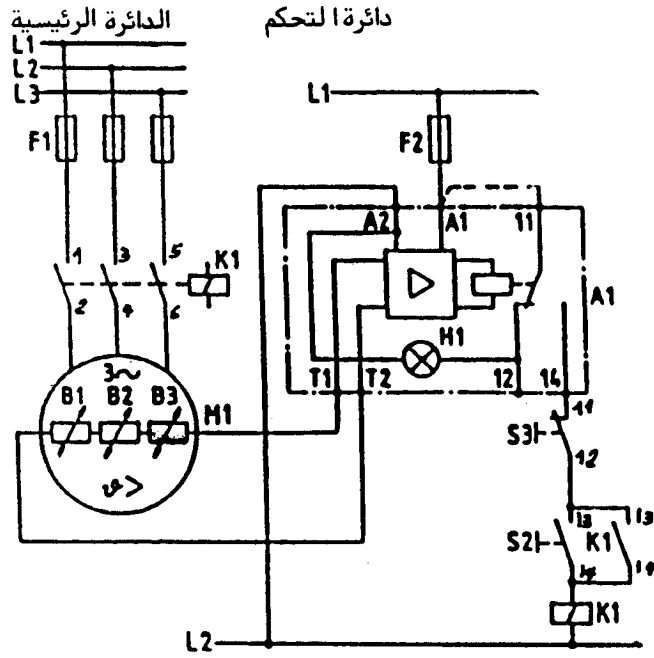
عند الضغط على الضاغظ اليدوي S2 يكتمل مسار التيار لملف الكونتاكتور K1، والمؤقت الزمني K3T فتغلق الأقطاب الرئيسية للكونتاكتور K1 فيكتمل مسار التيار للمحرك ماراً بالمقاومة R1، وعند تحرر الضاغظ اليدوي S2 يستمر مسار التيار للكونتاكتور K1، والموقت الزمني K3T من خلال ريشة الإمساك الذاتي K1/13-14، وبعد مرور زمن البدء والمعايير عليه المؤقت الزمني K3T تنغلق الريشة K3T/15-18 مؤدية إلى اكتمال مسار التيار لملف الكونتاكتور K2 فتغلق الأقطاب الرئيسية للكونتاكتور K2 محدثة قصر على المقاومة R1 فتخرج من الدائرة ويدور المحرك بسرعه العاديه، وفي نفس الوقت تنفتح الريشة k2/21-22 مؤدية إلى انقطاع

مسار التيار عن K3T فتعود ريشة التلامس K3T/15-18 لوضعها الطبيعي أى مفتوحة ولكن يتغير مسار التيار للملف الكونتاكتور K2، فبدلاً من مرور التيار عبر الريشة K3T/15-18 يمر فى الريشة K2/13-14 فيستمر بذلك عمل الكونتاكتور K2، وعند الضغط على الضاغظ اليدوى S1 ينقطع مسار التيار عن ملف الكونتاكتور K2 و K1 ويتوقف المحرك.

٣ / ٣ / ٤ - تشغيل محرك مزود بحماية ضد زيادة درجة الحرارة:

ويستخدم فى ذلك متممات درجة الحرارة التى تقوم بحماية المحرك من ارتفاع درجة حرارتها نتيجة لسوء التهوية أو لتعطل نظام التبريد لها.

وحتى تستطيع هذه المتممات من أداء وظيفتها توصل مع مجسات تدفن مع ملفات المحرك، بحيث يدفن مجس لكل وجه، وتوصل هذه المجسات معاً على التوالى. وتصنع هذه المجسات من معادن تزداد مقاومتها بارتفاع درجة حرارتها PTC. ويوجد عدة أنواع من هذه المتممات منها ما يحدث له تحرر ذاتى عندما تنخفض درجة حرارة المحرك، ومنها ما له ذاكرة ولن يتحرر تلقائياً بل يتحرر بعد انخفاض درجة حرارة المحرك والضغط على زر التحرير للمتمم وبعد ذلك يمكن إعادة تشغيل المحرك مرة أخرى. والدائرة التى سوف نستعرضها الآن تستخدم متمم درجة حرارة من النوع الأول الذى يتحرر تلقائياً بمجرد انخفاض درجة حرارة المحرك. والدائرة الرئيسية ودائرة التحكم موضحتان بالشكل (٣-١٢) باستخدام الرموز الألمانية الحديثة وكما هو واضح من الدائرة الرئيسية أن المجسات B1, B2, B3 توصل بالتوالى مع النقطتين T1, T2 لتمم درجة الحرارة (A1) ويوصل طرفا المتمم A1, A2 مع طرفا جهد التحكم.



الشكل (١٢-٣)

نظرية التشغيل :

بمجرد توصيل المصدر الكهربى بالدائرة الرئيسية ودائرة التحكم يتغير وضع الريشة القلاب A1/11-12-14 فتتغلق الريشة A1/11-14 وتنفتح الريشة A1/11-12، وعند الضغط على الضاغطة S2 يكتمل مسار التيار للملف الكونتاكتر K1 فتتغلق أقطابه، وبالتالي يدور المحرك وفى نفس الوقت يحدث إمساك ذاتى لمسار التيار بواسطة الريشة K1/13-14. ويمكن إيقاف المحرك بالضغط على الضاغطة S3، أما إذا ارتفعت درجة حرارة المحرك أثناء تشغيله يعود وضع الريشة القلاب A/11-12-14 لوضعها الطبيعى فيتوقف المحرك فى الحال، وعند الضغط على الضاغطة S2 بعد عودة درجة الحرارة لوضعها الطبيعى يدور المحرك فى الحال وذلك لأن الريشة القلاب A1/11-12-14 تعود لوضعها الطبيعى أى تنغلق الريشة A1/11-14 من جديد .

ملاحظة :

أحياناً يرمز لأطراف مجسات درجة الحرارة بالرموز P1, P2 بدلاً من T1, T2 .

٣/٣/٥ - متمم حماية المحركات الالكترونية:

Electronic Motor - Protection Relay

إن متمم حماية المحركات الالكترونية جهاز متكامل يوفر الحماية التالية للمحركات:

١ - حماية ضد زيادة الحمل.

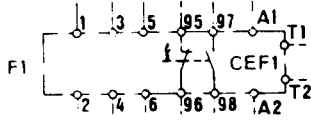
٢ - حماية ضد القصر.

٣ - بيان لزيادة التيار (بواسطة جهاز قياس يوصل به).

٤ - حماية ضد فقدان أحد الأوجه.

٥ - حماية ضد عدم اتزان الأوجه الثلاثة.

٦ - حماية ضد ارتفاع درجة حرارة المحركات.



وفي الرسم المقابل رمز متمم حماية محركات الكترونى طراز CEFI والمصنع بشركة SPRECHER + SCHAH.

ويتميز هذا المتمم بأن له أماكن لضبط كل من:

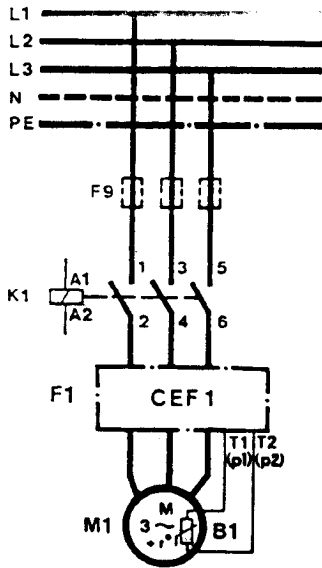
١ - تيار الفصل الذى يفصل عنده المحرك عند زيادة الحمل.

٢ - زمن الفصل الذى يفصل بعده المحرك عند وصول التيار إلى ست مرات من تيار التشغيل المعتاد.

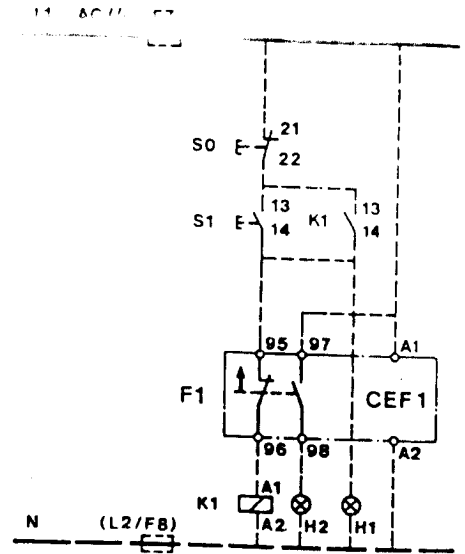
٣ - زمن التحرير وهو يساوى الزمن اللازم لتبريد المحرك حتى يعاد للخدمة مرة أخرى. وتعتمد نظرية عمل متمم حماية المحركات الإلكترونية فى الحماية ضد ارتفاع درجة الحرارة على حساب درجة حرارة المحرك من التيار المسحوب، وكذلك على درجة الحرارة الفعلية التى يتم الحصول عليها بواسطة مجسات درجة الحرارة PTC.

والشكل (٣-١٣) يبين الدائرة الرئيسية ودائرة التحكم لحماية المحرك M1 بواسطة متمم حماية المحركات الإلكترونية F1 حيث إن الأطراف T1, T2 توصل بمجسات درجة الحرارة H1 لمبة بيان التشغيل H2 لمبة بيان الخطأ.

الدائرة الرئيسية

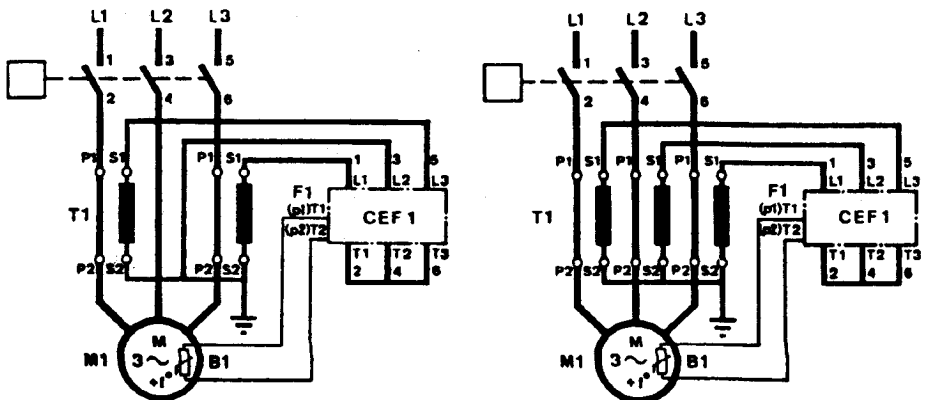


دائرة التحكم



الشكل (١٣-٣)

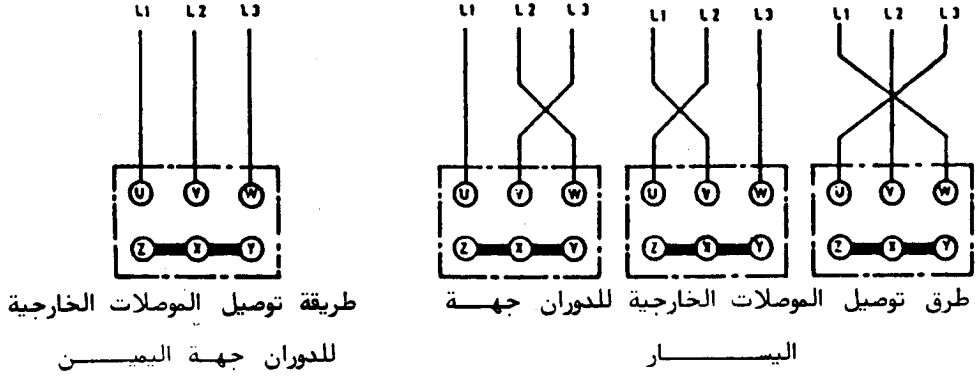
أما بالنسبة للمحركات الكبيرة التي تيار تشغيلها كبير فتستخدم محولات تيار
توصل بالمتنم الالكتروني كما بالشكل (١٤-٣)



الشكل (١٤-٣)

٣/ ٤ - عكس حركة محرك ثلاثي الأوجه :

لعكس حركة محرك ثلاثي الأوجه يجب أن نبديل طرفين من أطراف المحرك الموصلة بالمصدر وذلك لعكس اتجاه المجال الدوار داخل فراغ الآلة. والشكل (٣-١٥) يوضح كيفية عكس حركة محرك ثلاثي الأوجه موصل نجما باستخدام الرموز الألمانية القديمة.



الشكل (٣-١٥)

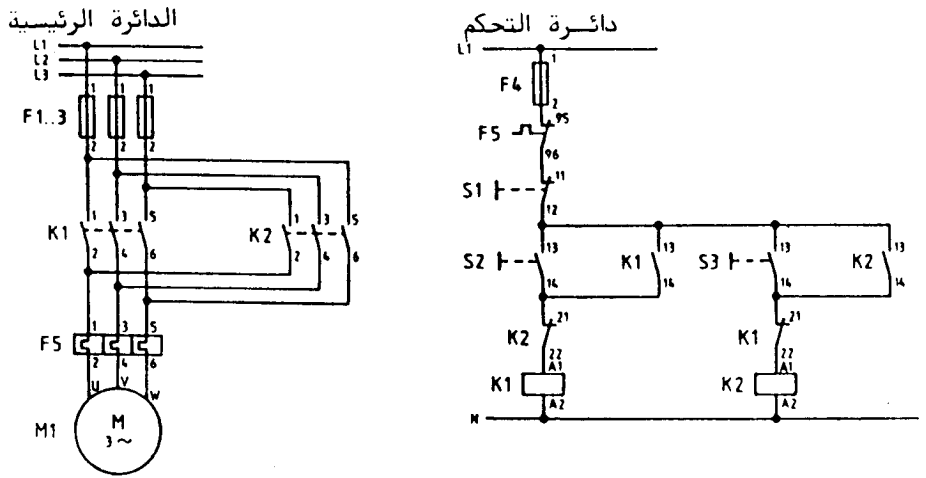
علماً بأن عملية عكس الحركة تتم إما من خلال مفتاح دوار لعكس الحركة (سيتناول فيما بعد)، أو من خلال التحكم الكهرومغناطيسي بالكونتاكطورات، ويمكن عكس الحركة بطريقتين مختلفتين وهما:

١ - عكس حركة بتوقف .

٢ - عكس حركة بدون توقف .

٣/ ٤/ ١ - عكس حركة محرك بتوقف :

في الشكل (٣-١٦) الدائرة الرئيسية ودائرة التحكم لعكس حركة محرك استنتاجي بتوقف وذلك بالرموز الألمانية الحديثة.



الشكل (٣-١٦)

محتويات المخطط الكهربى (دائرة التحكم - الدائرة الرئيسية) :

- ١ - ثلاثة مصهرات أحادية القطب F1, F2, F3 لحماية الدائرة من القصر.
- ٢ - عدد 2 كونتاكتور K1 لتشغيل المحرك جهة اليمين، K2 لتشغيل المحرك جهة اليسار.
- ٣ - متمم حرارى F5 لحماية المحرك من زيادة الحمل.
- ٤ - محرك استنتاجى ذو قفص سنجاى ثلاثى الأوجه M1.
- ٥ - المصهر F4 أحادى القطب لحماية دائرة التحكم من القصر.
- ٦ - ضاغط إيقاف S1، وضاغط تشغيل جهة اليمين S2، وضاغط تشغيل جهة اليسار S3.

نظرية التشغيل :

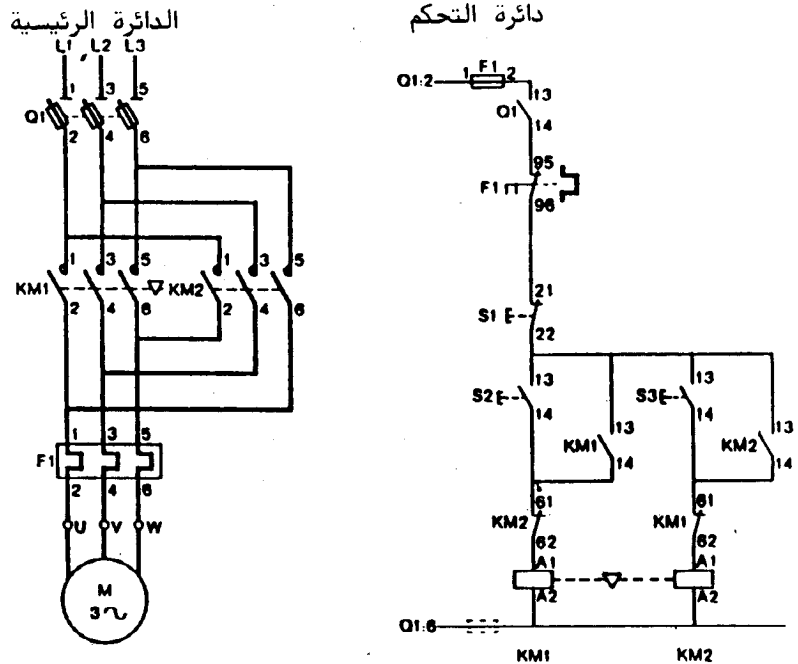
عند الضغط على الضاغط اليدوى S2 يكتمل مسار التيار للملف الكونتاكتور K1 فتتغلق أقطابه الرئيسية ويدور المحرك جهة اليمين، وفى نفس الوقت تنغلق ريشة الإمساك الذاتى K1/13-14 فتحافظ على اكتمال مسار التيار حتى بعد تحرر الضاغط S2. وعند الضغط على الضاغط S1 ينقطع مسار التيار للملف K1 فيتوقف المحرك فى الحال. وعند الضغط على الضاغط اليدوى S3 يكتمل مسار التيار للملف K2 فتتغلق

الأقطاب الرئيسية للكونتاكتور K2 ويدور المحرك جهة اليسار، وفي نفس الوقت تنغلق ريشة الإمساك الذاتي K2/13-14 فتحافظ على اكتمال مسار التيار حتى بعد تحرر الضاغط S3.

ملاحظة:

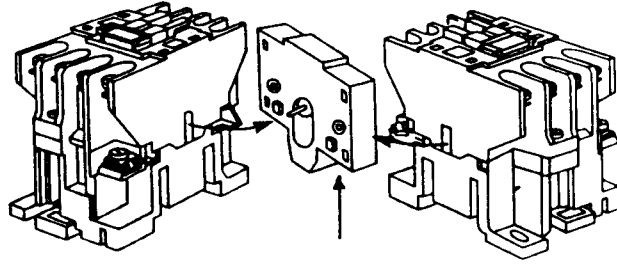
دائرة التحكم الموضحة بالشكل (٣-١٦) تحتوي على ربط كهربى بين الكونتاكتور K1 والكونتاكتور K2 وذلك بوضع ريشة مغلقة من K1 في مسار التحكم لبوينة K2 والعكس صحيح. الأمر الذى يمنع الاثنين أن يعملوا معاً حتى لو قام المشغل بالضغط على ضاغطى التشغيل جهة اليمين وجهة اليسار معاً فى نفس اللحظة.

وأحياناً لزيادة الأمان تستخدم كونتاكتورات بينها ربط ميكانيكى لمنع تشغيل كونتاكتور اليمين واليسار معاً حتى ولو اكتمل مسار التيار لهما في وقت واحد. ففي الشكل (٣-١٧) الدائرة الرئيسية ودائرة التحكم لعكس حركة محرك ثلاثى الأوجه بتوقف، ولكن باستخدام عدد 2 كونتاكتور بينهما ربط ميكانيكى مستخدماً الرموز العالمية.

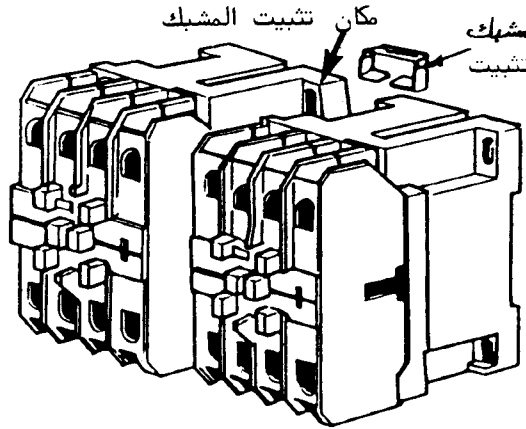


الشكل (٣-١٧)

أما الشكل (٣-١٨) فيوضح طريقة تجهيز عدد 2 كونتاكتور بينهما ربط ميكانيكى .



وحدة الربط الميكانيكى



الشكل (٣-١٨)

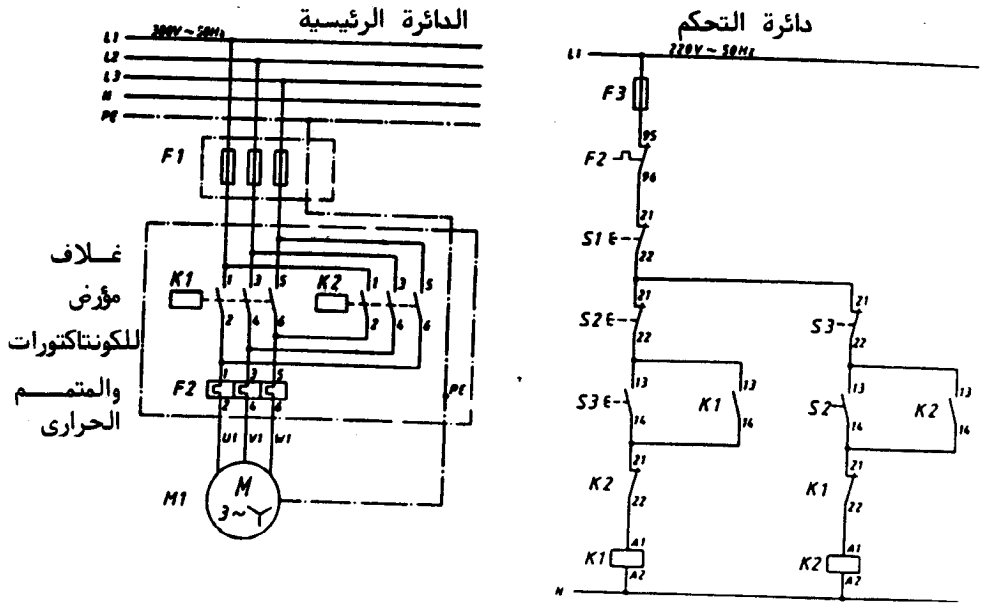
٣/٤/٢ - عكس حركة محرك بدون توقف :

الشكل (٣-١٩) يعرض الدائرة الرئيسية ودائرة التحكم لعكس حركة محرك بدون توقف وذلك بالرموز الألمانية الحديثة .

نظرية التشغيل :

عند الضغط على ضاغط التشغيل جهة اليمين S3 فإن مسار التيار للملف الكونتاكتور k1 سوف يكتمل، فتتغلق الأقطاب الرئيسة له وبالتالي يدور المحرك جهة اليمين، وفى نفس الوقت تنغلق الريشة المفتوحة للكونتاكتور k1/13-14 والتي تقوم

بالحفاظ على مسار التيار حتى بعد تحرر الضاغط S3. وعند الضغط على الضاغط S2 فإن الريشة المغلقة S2/21-22 ستصبح مفتوحة، وبالتالي ينقطع مسار التيار للملف الكونتاكطور فيتوقف المحرك ولكن في نفس اللحظة يكتمل مسار التيار للملف الكونتاكطور K2 فتتغلق أقطابه الرئيسية ويدور المحرك جهة اليسار، وأيضاً تنغلق ريشة الإمساك الذاتي للكونتاكتور K2 فيستمر مسار التيار للملف الكونتاكطور K2 مكتملاً حتى بعد تحرر الضاغط S2. وعند الضغط على الضاغط S1 ينقطع مسار التيار عن دائرة التحكم في الحال فيتوقف المحرك سواء كان دائراً جهة اليمين أو اليسار.



الشكل (٣-١٩)

ملاحظة:

الضاغطان S2, S3 لكل منهما ريشتان، أحدهما NO والاخرى NC، وعند الضغط على أحد الضاغطين فإن الريش الخاصة به سوف ينعكس وضعها أى تصبح المفتوحة طبيعياً مغلقة والمغلقة طبيعياً مفتوحة.

٣ / ٥ - دوائر المحركات الاستنتاجية ذات السرعات المتعددة:

هناك عدة طرق للحصول على السرعات المتعددة كهربياً وهي كالآتي:

١ - باستخدام محركات استنتاجية ذات قفص سنجاىى تحتوى على مجموعتين من الملفات المنفصلة، توصل كل منهما على شكل نجما، بحيث إن عدد أقطاب المجموعة الأولى من الملفات يختلف عن عدد أقطاب المجموعة الثانية من الملفات، وبتغيير عدد أقطاب المحرك يمكن الحصول على سرعتين مختلفتين.

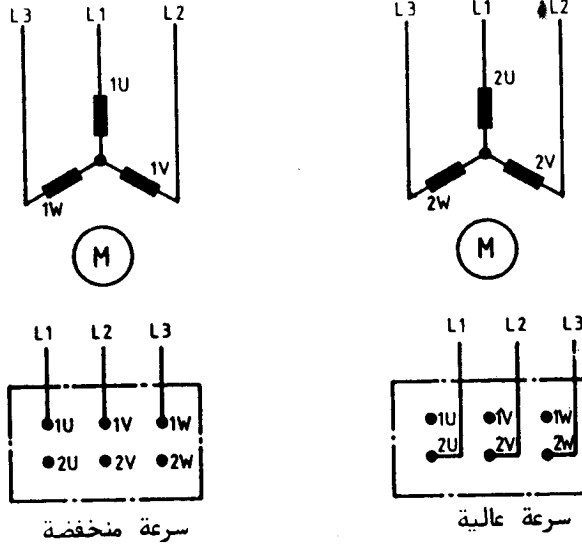
والقانون الآتى يوضح العلاقة بين السرعة وعدد الأقطاب والتردد:

$$N = 120F/P \text{ r.p.m}$$

حيث إن: N هى سرعة المحرك (لفة / دقيقة) وذلك إذا أهمل الانزلاق، أما F فهى تردد المصدر بالهيرتز، P هى عدد أقطاب ملفات المحرك.

والشكل (٣-٢٠) يبين طريقة توصيل أطراف المصدر الكهربى بملفات المحرك Y/Y وكذلك بروتة المحرك للحصول على سرعتين مختلفتين إحداها عالية والأخرى منخفضة.

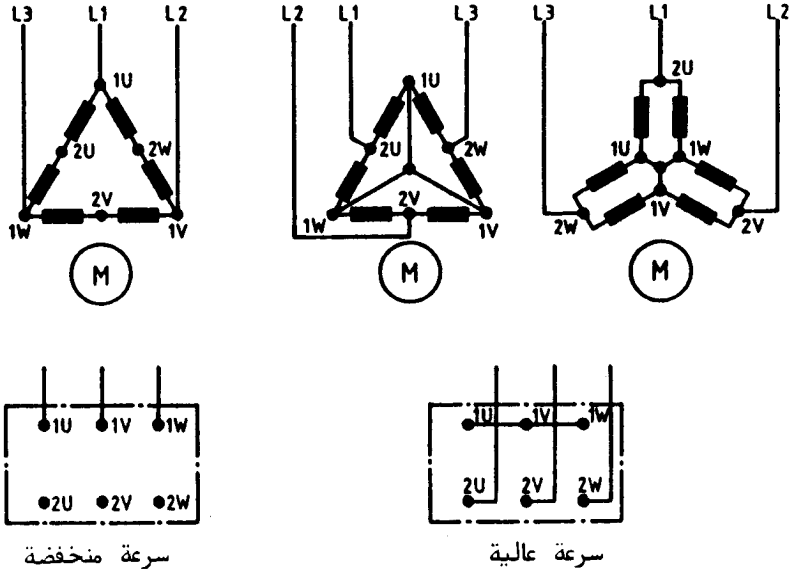
٢ - باستخدام محركات دالندر وهى محركات استنتاجية ذات قفص سنجاىى تحتوى على مجموعة واحدة من الملفات، ولكن يمكن توصيلها بطريقتين مختلفتين للحصول على عددين مختلفين للأقطاب، ومن ثم يمكن الحصول على سرعتين مختلفتين. علماً بأن النسبة بين السرعتين التى يتم الحصول عليهما من هذا المحرك هى 1:2 وتسمى هذه المحركات بمحركات دالندر نسبة لمخترعها.



الشكل (٣-٢٠)

ولقد قام العالم دالندر بعمل تصميمات مختلفة للحصول على سرعتين النسبة بينهما 1:2 ولكن تختلف هذه التصميمات في قيم كل من العزوم والقدرات التي يتم الحصول عليها في السرعة العالية والمنخفضة. وفيما يلي الأنواع المختلفة لتوصيلات دالندر:

أ - توصيلة Δ/YY ، وهي أشهر هذه التصميمات انتشارا وهي موضحة بالشكل (٣-٢١) حيث يوصل المحرك YY في السرعة العالية، ويوصل Δ في السرعة المنخفضة، ويمتاز هذا التصميم بأن عزم السرعة المنخفضة يساوي 1.5 مرة من عزم السرعة العالية.



الشكل (٣-٢١)

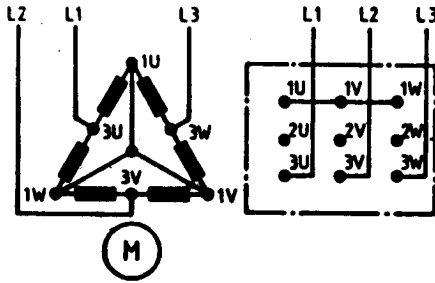
ب- توصيلة YY/Δ ، حيث يوصل المحرك Δ فى السرعة العالية، ويوصل YY فى السرعة المنخفضة، ويمتاز هذا التصميم بأن القدرة ثابتة فى السرعتين المنخفضة والعالية.

ج - توصيلة $\Delta\Delta/\Delta$ ، حيث يوصل المحرك $\Delta\Delta$ فى السرعة العالية ويوصل Δ فى السرعة المنخفضة، ويمتاز هذا التصميم بأن عزم السرعة المنخفضة يساوى 3.5 مرة من عزم السرعة العالية.

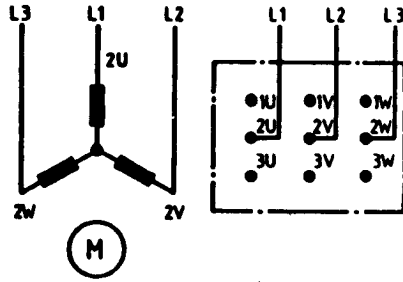
د- توصيلة Y/YY ، حيث يوصل المحرك YY فى السرعة العالية، ويوصل Y فى السرعة المنخفضة، ويمتاز هذا التصميم بأن العزم فى السرعة المنخفضة ضعف العزم فى السرعة العالية.

٣- محركات بثلاث سرعات مختلفة، سرعتين منهما النسبة بينهما 1:2، حيث تحتوى هذه المحركات على مجموعتين من الملفات المنفصلة أحدهما دالندر، والأخرى عادية وعدد أطراف هذه المحركات (9) أطراف.

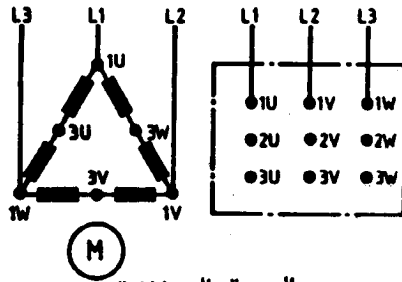
والشكل (٣-٢٢) يبين كيفية الحصول على السرعات الثلاثة من محرك بثلاث



السرعة العالية



السرعة المتوسطة



السرعة المنخفضة

الشكل (٣-٢٢)

سرعات، السرعة العالية والمنخفضة
يتم الحصول عليها من ملفات
الدندر.

أما الشكل (٣-٢٣) فيعرض لوحتي
بيانات لمحركين أحدهما بمجموعتين من
الملفات المنفصلة والآخر الدندر.

٤- يربط محركين معا ميكانيكياً بحيث
يكون لكل منهما سرعة مختلفة عن
الآخر، وبالتالي عند وصول التيار
الكهربى لأحد المحركين نحصل على
السرعة الخاصة به.

٣/٥/١- تشغيل محرك يحتوى

على مجموعتين من الملفات المنفصلة:

الشكل (٣-٢٤) يبين الدائرة
الرئيسية ودائرة التحكم لمحرك استنتاجى
بمجموعتين من الملفات يمكن رفع سرعته
مباشرة بدون توقف لكن العكس غير
صحيح وذلك بالرموز الألمانية الحديثة.

نظرية التشغيل:

عند الضغط على S2 تغلق الريشة

S2/13-14، يكتمل مسار التيار للملف K1 ويحدث إمساك ذاتى للتيار بواسطة K1/13-14 وبالتالي توصل أطراف المحرك U1,V1,W1 بالمصدر الكهربى عبر أقطاب K1 ويدور المحرك بالسرعة المنخفضة. وعند الضغط على S3 ينقطع مسار التيار عن K1 نتيجة لفتح الريشة المغلقة S3/21-22، وفى نفس اللحظة يكتمل مسار التيار للملف K2 بواسطة غلق الريشة المفتوحة S3/13-14 ويحدث إمساك ذاتى للتيار بواسطة K2/13-14، وبالتالي تتصل أطراف المحرك 2U,2V,2W بالمصدر الكهربى عبر أقطاب K2،

فيدور المحرك بالسرعة العالية. ويمكن إيقاف المحرك سواء كان دائراً بالسرعة المنخفضة أو العالية وذلك بالضغط على الضابط S1.

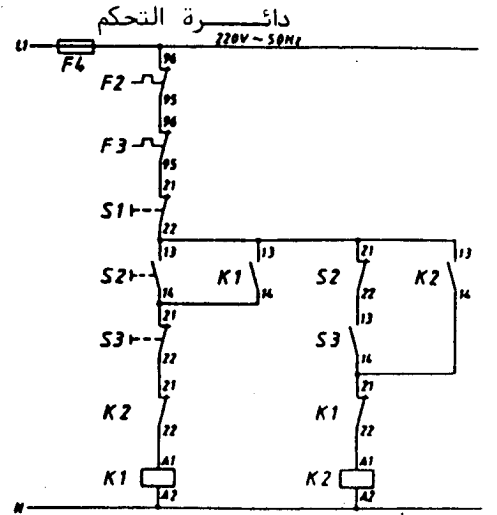
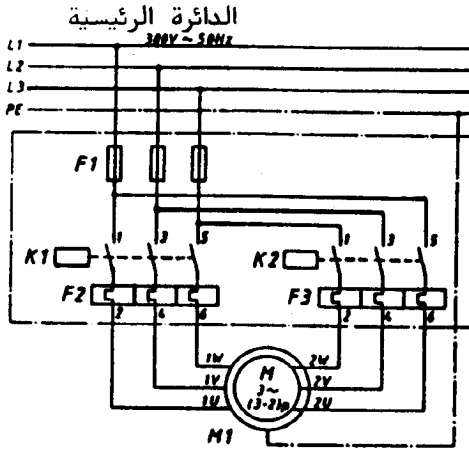
Hersteller			
Typ			
3 - Mot.	Nr.		
Y/Y 380 V	7,8/10,4 A		
2,8/4,3 kW	SI	cos φ	
965/1480 /min	50 Hz		
	V	A	
Isol. - Kl. B	IP 44	66 kg	
VDE 0530 Teil 1, 1972			

لوحة بيانات محرك بملفات منفصلة

Hersteller			
Typ			
3 - Mot.	Nr.		
Δ/Y Y 380 V	8,0/9,6 A		
3,7/4,4 kW	SI	cos φ	0,76
1425/2890 /min	50 Hz		
	V	A	
Isol. - Kl. B	IP 44	42 kg	
VDE 0530 Teil 1, 1972			

لوحة بيانات محرك دالندر

الشكل (٣-٢٣)



الشكل (٣-٢٤)

ملاحظات :

- ١- يستخدم عدد 2 متم حرارى (F3 للسرعة العالية، و F2 للسرعة المنخفضة) ، وذلك لاختلاف تيار التشغيل للمحرك فى كلتا سرعتين.
- ٢- يوجد فى دائرة التحكم ربط كهربى فقط حيث توجد ريشة مغلقة من K1 فى

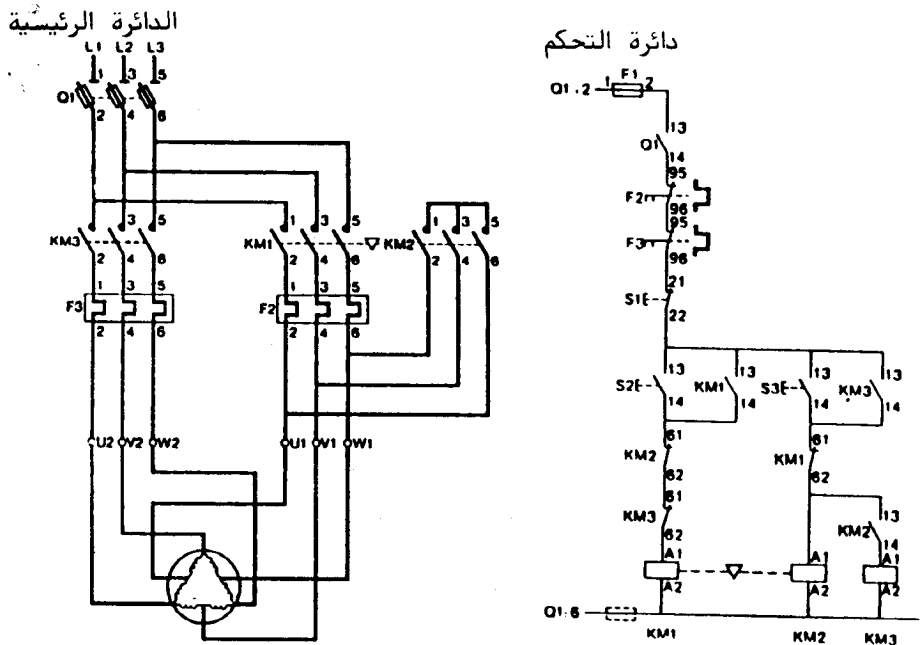
مسار التيار للملف K2 وأيضاً ريشة مغلقة من K2 فى مسار التيار للملف K1.

٣- لو حاول المشغل الضغط على الضاغط S2 عندما يكون المحرك دائراً بالسرعة العالية فإن سرعة المحرك لن تتغير، ولكن ينبغى عليه إيقاف المحرك أولاً بواسطة S1، ثم تشغيل المحرك بالسرعة المنخفضة بواسطة S2.

٤- دائرة التحكم المستخدمة فى تشغيل محرك بمجموعتين من الملفات لا تختلف عن دائرة التحكم المستخدمة فى عكس حركة محرك.

٣/٥/٢ - تشغيل محرك دالندر:

فى الشكل (٣-٢٥) الدائرة الرئيسية ودائرة التحكم لتشغيل محرك دالندر وإنه لا يمكن تغيير سرعته إلا بعد توقفه وذلك بالرموز العالمية.



الشكل (٣-٢٥)

نظرية التشغيل :

عند الضغط على الضاغط S2 يكتمل مسار التيار للملف KM1 ويحدث إمساك ذاتى بواسطة KM1/13-14، فتتصل أطراف المحرك (U1, V1, W1) بالمصدر الكهربى عبر أقطاب KM1 وتكون ملفات المحرك موصلة Δ ، ويدور المحرك بالسرعة المنخفضة. وعند الضغط على الضاغط S1 ينقطع مسار التيار للملف KM1، فيتوقف المحرك، وعند الضغط على الضاغط S3 يكتمل مسار التيار للملف KM2 فتغلق الريشة KM2/13/14 فيكتمل مسار التيار للملف KM3 ويحدث إمساك ذاتى لمسار التيار لكلا الملفين KM2 و KM3 بواسطة الريشة KM3/13-14، وتتصل أطراف المحرك (U2, V2, W2) بالمصدر الكهربى عبر أقطاب KM2، وتكون ملفات المحرك موصلة YY ويدور المحرك بالسرعة العالية.

ملاحظة :

يوجد ربط كهربى وميكانيكى بين KM1 و KM2 لمنع تشغيلهما معاً لآى ظروف.

٣ / ٥ / ٣ - عكس حركة محرك يحتوى على مجموعتين من الملفات المنفصلة :

الشكل (٣-٢٦) يبين دائرة التحكم والدائرة الرئيسية لعكس حركة محرك يدور بسرعتين مختلفتين، وله مجموعتان من الملفات بحيث يمكن تغيير سرعة المحرك من السرعة المنخفضة إلى العالية والعكس بدون توقف فى نفس الاتجاه وذلك بالرموز الألمانية الحديثة.

التعريف بضواغط التشغيل :

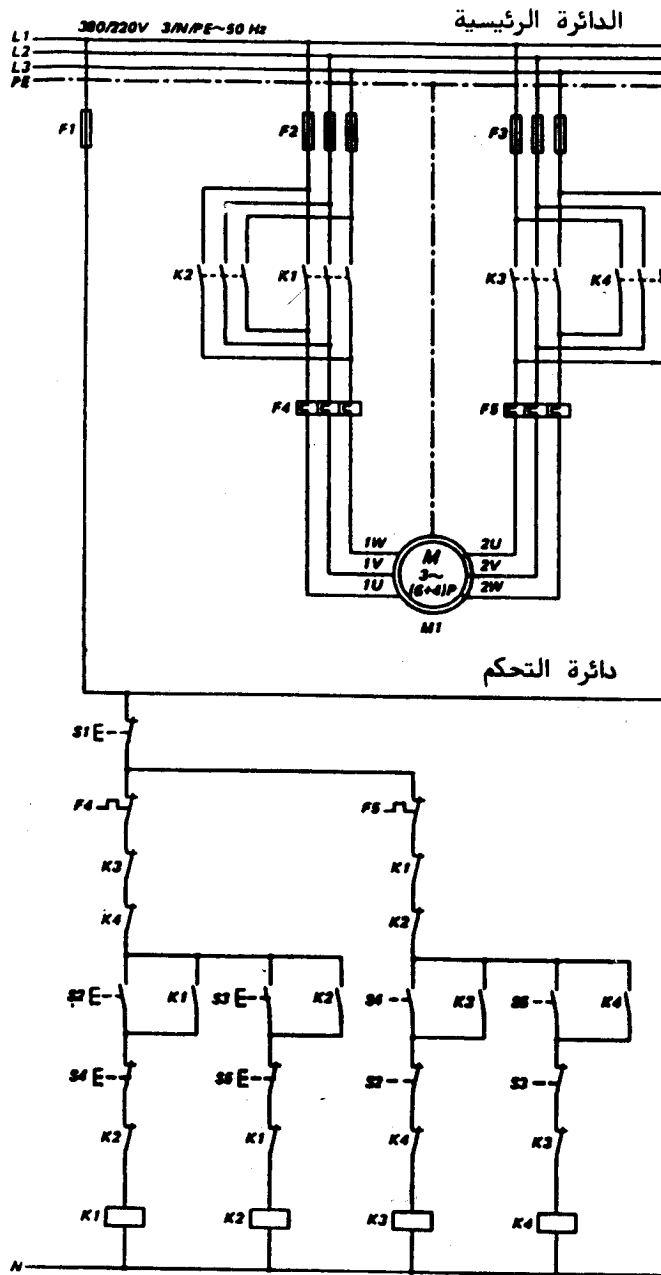
الضاغط S1 هو ضاغط الإيقاف .

الضاغط S4 هو ضاغط سريع يمين .

الضاغط S2 وهو ضاغط بطيئ يمين .

الضاغط S5 هو ضاغط سريع شمال .

الضاغط S3 هو ضاغط بطيئ شمال .



الشكل (٢٦-٣)

نظرية التشغيل :

عند الضغط على S2 يكتمل مسار التيار للملف K1 ويدور المحرك بالسرعة المنخفضة جهة اليمين، وعند الضغط على الضاغط S4 ينقطع مسار التيار للملف K1 ويكتمل مسار التيار للملف K3 ويدور المحرك بالسرعة العالية جهة اليمين. ولعكس حركة المحرك يجب إيقافه أولاً بواسطة الضاغط S1. وعند الضغط على الضاغط S3 يكتمل مسار التيار للملف K2 ويدور المحرك بالسرعة المنخفضة جهة اليسار وعند الضغط على S5 ينقطع مسار التيار عن ملف K2 ويكتمل مسار التيار للملف K4 ويدور المحرك بالسرعة العالية جهة اليسار.

٣ / ٥ / ٤ - عكس حركة محرك دالندر

الشكل (٣-٢٧) يبين الدائرة الرئيسية ودائرة التحكم لعكس حركة محرك دالندر بحيث يمكن رفع سرعته من السرعة المنخفضة جهة اليمين إلى العالية جهة اليمين بدون توقف، وكذلك يمكن رفع سرعته من السرعة المنخفضة جهة اليسار إلى العالية جهة اليسار بدون توقف وعند عكس الحركة يجب التوقف أولاً وذلك بالرموز الألمانية الحديثة.

التعريف بضواغط التشغيل :

الضاغط S1 ضاغط الإيقاف

الضاغط S4 هو ضاغط التشغيل سريع يمين

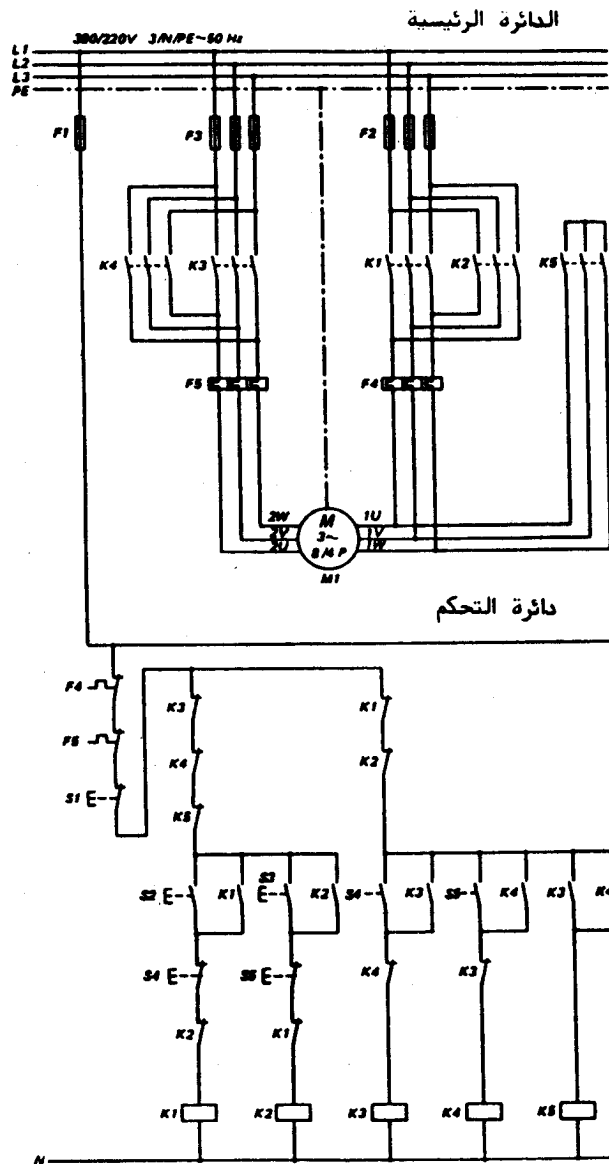
الضاغط S2 هو ضاغط التشغيل بطيء يمين

الضاغط S5 هو ضاغط التشغيل سريع شمال

الضاغط S3 هو ضاغط التشغيل بطيء شمال.

نظرية التشغيل :

عند الضغط على الضاغط S2 يكتمل مسار التيار للملف K1 فيدور المحرك بطيئاً جهة يمين. وعند الضغط على الضاغط S4 ينقطع مسار التيار عن K1 ويكتمل مسار التيار للملف K3، وتباعاً للكونتاكتور K5 ويدور المحرك بالسرعة العالية جهة اليمين، وينفس الطريقة يمكن تشغيل المحرك بالسرعة المنخفضة جهة اليسار ثم رفعها بدون توقف.



الشكل (٢٧-٣)

٦ / ٣ - دوائر بدء المحركات الاستنتاجية ثلاثية الأوجه :

إن التوصيل المباشر للمحركات الاستنتاجية بالمصدر الكهربى عند البدء لمن الأمور الخطيرة على الاحمال الموصلة على نفس الشبكة الكهربائية خصوصاً عند البدء المباشر للمحركات ذات القدرات العالية، حيث يصل تيار البدء لهذه المحركات ستة أو سبعة أضعاف من تيار التشغيل العادى، الأمر الذى يؤدى إلى انخفاض الجهد للشبكة؛ ويترتب على ذلك احتراق المحركات الصغيرة فى الشبكة خصوصاً لو طالت مدة انخفاض الجهد فى الشبكة نتيجة لعمليات البدء المتكررة، ويمكن تجنب ذلك بتقليل جهد الوجه للمحركات عند البدء؛ فينتج عن ذلك انخفاض تيار البدء. وفيما يلى طرق البدء المستخدمة للمحركات الاستنتاجية ذات القفص السنجابى :

١ - بدء الحركة نجما - دلتا ويتم تشغيل المحرك نجما عند البدء وبعد أن يصل المحرك لسرعة الدوران الاسمية له يوصل دلتا وفى هذه الحالة يكون تيار البدء مساوياً $1/\sqrt{3}$ من تيار البدء عند التوصيل المباشر مع الشبكة، فى حين أن عزم البدء فى هذه الحالة يكون مساوياً $1/3$ عزم البدء عند التوصيل المباشر مع الشبكة الكهربائية، ولذلك يفضل أن يبدأ المحرك حركته بدون حمل . وتستخدم هذه الطريقة عندما يكون جهد تشغيل المحرك عند توصيل ملفاته دلتا مساوياً لجهد المصدر.

٢ - باستخدام مقاومات بدء توصل بالتوالى مع العضو الثابت عند بدء التشغيل وتفصل تدريجياً حتى تخرج تماماً من الدائرة عند وصول سرعة المحرك إلى حوالى 80% من السرعة الاسمية له.

٣ - باستخدام محول ذاتى يقوم بتقليل جهد البدء إلى حوالى 50% ثم 65%، ثم 80% من الجهد المقنن، وعند وصول السرعة إلى حوالى 80% من السرعة الاسمية ينفصل المحول الذاتى ويعمل المحرك على الجهد الكامل للمصدر.

وأما المحركات الاستنتاجية ذات العضو الدوار الملفوف فتبدأ حركتها بتوصيل مجموعة من مقومات البدء مع العضو الدوار، ثم تفصل المقومات تدريجياً حتى تخرج تماماً من الدائرة وذلك عند وصول السرعة إلى 80% من السرعة الاسمية للمحرك.

٣/٦/١ - لوح بيانات المحركات الاستنتاجية:

الأشكال (٣-٢٨، ب، ج) تعرض لوح بيانات لمحركات استنتاجية لها مواصفات مختلفة. فلوح البيانات المعروضة في الشكل (أ، ب) خاصة بمحركات استنتاجية ذات قفص سنجابي، أما الشكل (ج) فيعرض لوحة بيانات لمحرك استنتاجي ذي عضو دوار ملفوف.

Hersteller			
Typ			
3 - Mot.	Nr.		
Δ/Y 380/660V	20	A	
15 kW	Sl	0.88	
1480	/min	50 Hz	
	V	A	
Isol.-Kl. B	IP 44	110 kg	
VDE 0530 Teil 1, 1972			

Hersteller			
Typ			
3 - Mot.	Nr.		
Δ 380 V	20	A	
15 kW	Sl	0.88	
1480	/min	50 Hz	
	V	A	
Isol.-Kl. B	IP 44	110 kg	
VDE 0530 Teil 1, 1972			

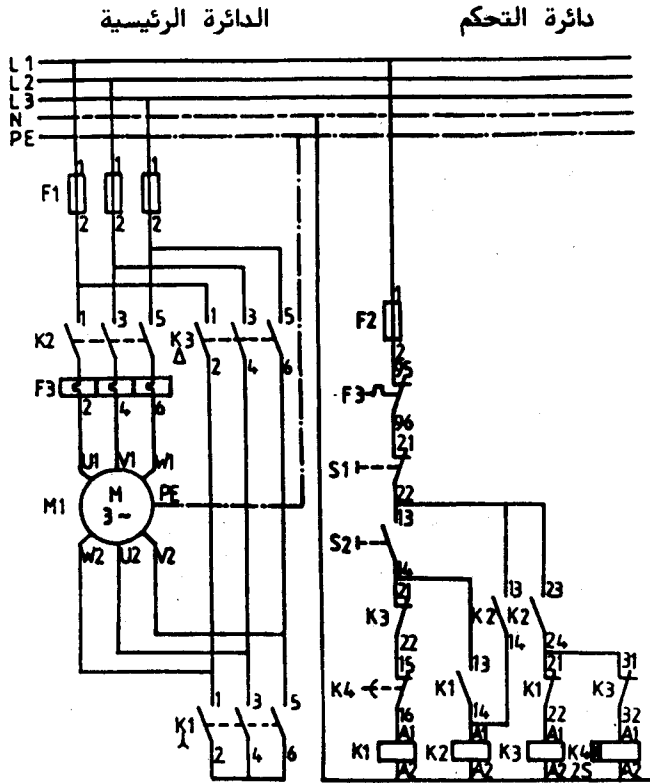
Hersteller			
Typ			
3 - Mot.	Nr.		
Δ 380 V	24	A	
11 kW	Sl	0.78	
950	/min	50 Hz	
	V	31 A	
Lüfter: 225		215 kg	
Isol.-Kl. B	IP 44		
VDE 0530 Teil 1, 1972			

الشكل (٣-٢٨)

علماً بأن لوحة البيانات المعروضة في الشكل (أ) لمحرك يمكن بدء حركته نجماً - دلتا إذا كان جهد المصدر 380V. أما لوحة البيانات المعروضة في الشكل (ب) لمحرك لا يمكن بدء حركته نجماً - دلتا لأن ملفاته موصلة دلتا ولكن يمكن بدء حركته بمقاومات بدء مع العضو الثابت أو بمحول ذاتي.

٣/٦/٢ - بدء محرك نجماً - دلتا:

في الشكل (٣-٢٩) الدائرة الرئيسية ودائرة التحكم لتشغيل وفصل محرك استنتاجي ذي قفص سنجابي يبدأ حركته نجماً ويدور وملفاته موصلة دلتا وذلك بالرموز الألمانية الحديثة.



الشكل (٣-٢٩)

نظرية التشغيل :

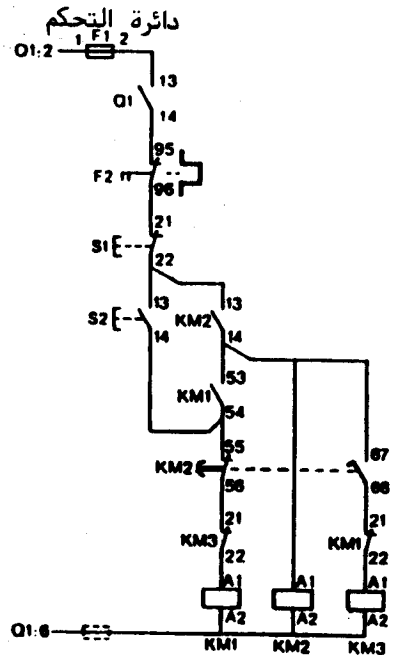
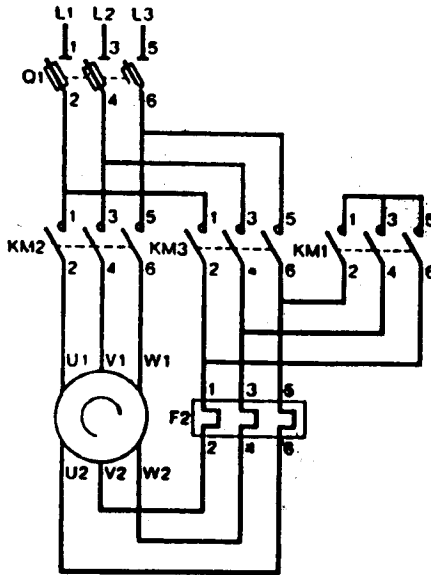
عند الضغط على الضاغط S2 يكتمل مسار التيار للملف K1 وتباعاً للملف K2 وتباعاً للملف K4 فيدور المحرك وملفاته موصلة نجماً وبعد مرور الزمن المعايير عليه المؤقت K4 تفتح الريشة المغلقة K4/15-16 فينقطع مسار التيار عن K1 ويكتمل مسار التيار للملف K2 ويدور المحرك وملفاته موصلة دلتا.

ملاحظة :

أحياناً يحدث قصر لحظي بين أوجه المصدر الكهربائي للدائرة السابقة نتيجة لاختلاف سرعة الفتح والغلق لريش التحكم والأقطاب الرئيسية للكونتاكتورات، وهذه المشكلة أمكن التغلب عليها باستخدام عدد 2 مؤقت زمني، أحدهما لفصل كونتاكتور النجماً، والآخر لتوصيل كونتاكتور الدلتا بعد تأخير زمني من لحظة فصل كونتاكتور النجماً.

وأحياناً يستخدم مؤقت زمنى له ريشتان، إحداهما تتأخر عن الثانية. والشكل (٣٠-٣) يبين الدائرة الرئيسية ودائرة التحكم لبدء حركة محرك استنتاجى لقفص سنجابى نجما دلتا مستخدماً مؤقت زمنى له ريشتان، إحداهما تتأخر عن الثانية. والشكل (٣٠-٣) يبين الدائرة الرئيسية ودائرة التحكم لبدء حركة محرك استنتاجى لقفص سنجابى نجما دلتا مستخدماً مؤقت زمنى له ريشتان، إحداهما تتأخر عن الثانية. وذلك بالرموز العالمية الحديثة فالكونتاكتور KM2 مثبت عليه مؤقت هوائى له ريشتان إحداهما مغلقة وذلك لفصل كونتاكتور النجما KM1 بعد مرور الزمن المعايير عليه المؤقت (t). أما الريشة المفتوحة له فتقوم بتوصيل كونتاكتور الدلتا KM3 بعد مرور زمن (t+ 50mS).

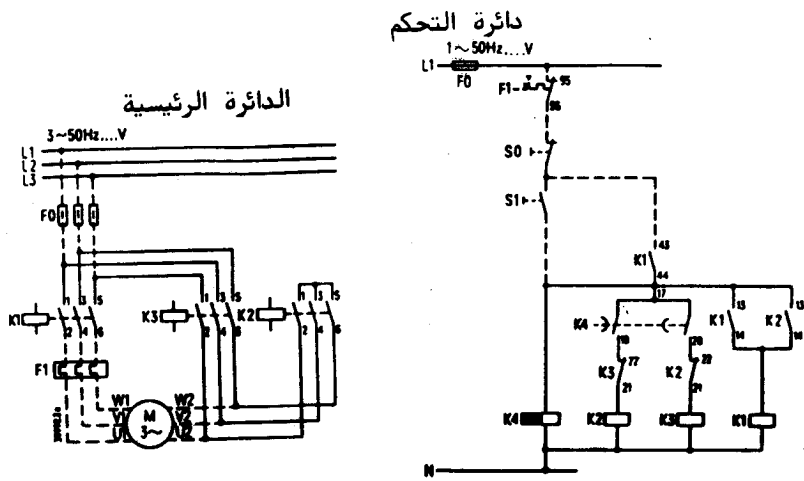
الدائرة الرئيسية



الشكل (٣٠-٣)

أما الشكل (٣١-٣) فيبين الدائرة الرئيسية ودائرة التحكم لبدء محرك نجما - دلتا جاهز من صناعة شركة سيمنز الألمانية، والخطوط المتقطعة فى الدائرة الرئيسية ودائرة التحكم تنفذ من قبل المستخدم، ويلاحظ أنه استخدم فى دائرة التحكم المؤقت K4 ويسمى مؤقت نجما دلتا، فعند الضغط على الضاغط S1 يكتمل مسار

التيار للمؤقت K4 وأيضاً للملف K1 ويحدث إمساك ذاتي لمسار التيار بواسطة الريشة (K1/43-44) وفي نفس اللحظة تغلق ريشة المؤقت K4/17-18 لمدة زمنية t (المعايير عليها المؤقت الزمني) في هذه الحالة يكتتمل مسار التيار للملف K2 فيدور المحرك وملفاته موصلة نجم، وبعد انتهاء زمن البدء t فإن الريشة K4/17-18 تعود مفتوحة مرة أخرى فينقطع مسار التيار عن ملف K2 ويدور المحرك حينئذ بعزم القصور الذاتي ولكن بعد مرور زمن تأخير 50ms (وهذا الزمن ثابت) تغلق ريشة المؤقت K4/17-28، فيكتتمل مسار التيار للملف K3 ويدور المحرك وملفاته موصلة دلتا.



الشكل (٣-٣١)

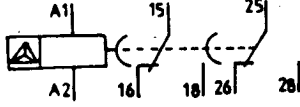
مميزات المؤقت المستخدم (K4):

أنه يمنع حدوث قصر لحظي على الأوجه الثلاثة والتي يمكن أن تحدث في الدوائر التي ينفصل فيها كونتاكطور النجما في نفس اللحظة التي يوصل فيها كونتاكطور الدلتا والموضحة بالشكل (٣-٢٩)، وذلك نتيجة لعيوب فنية عادة تكون موجودة في الكونتاكتورات.

ملاحظة:

تقوم شركة تليميكنيك الفرنسية بعرض مؤقت نجما دلتا تختلف نظرية عمله عن نظرية عمل مؤقت نجما دلتا لشركة سيمنز الألمانية المستخدم في الشكل (٣-٣١)

وفى الرسم المقابل رمز مؤقت نجما - دلتا
تليميكنيك .

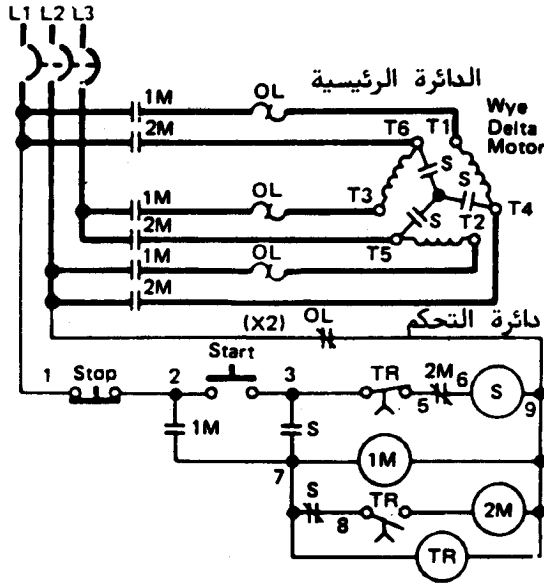


نظرية تشغيل هذا المؤقت :

عند وصول تيار كهربى للملف المؤقت وبعد مرور زمن المعايرة t يتغير وضع الريشة القلاب 15-16-18 ولكن بعد مرور زمن إضافى مقداره 50 ملى ثانية يتغير وضع الريشة القلاب 25-26-28؛ لذلك يوصل كونتاكتور النجما مع النقطة 16، ويوصل كونتاكتور الدلتا مع النقطة 28. أما الشكل (٣-٣٢) فيعرض المخطط الكهربى لبدء حركة محرك نجما - دلتا ولكن بالرموز الأمريكية .

محتويات المخطط :

قاطع أتوماتيكي ثلاثة أقطاب - متمم حرارى OL - كونتاكتور النجما S
الكونتاكتور الرئيسى 1M - كونتاكتور الدلتا 2M - مؤقت زمنى TR - ضاغط
التشغيل START - ضاغط الإيقاف STOP .



الشكل (٣-٣٢)

نظرية التشغيل :

عند الضغط على ضاغط البدء Start يكتمل مسار التيار للملف الكونتاكتور S، وتباعاً يكتمل مسار التيار للملف الكونتاكتور 1M، وكذلك المؤقت TR ويحدث إمساك ذاتي لمسار التيار بواسطة الريشتين المفتوحتين للكونتاكتور S والكونتاكتور 1M ويدور المحرك وملفاته موصلة نجماً، وبعد انتهاء الزمن المعايير عليه المؤقت TR تفتح الريشة المغلقة للمؤقت بينما تغلق الريشة المفتوحة له، وينتج عن ذلك انقطاع مسار التيار عن ملف الكونتاكتور S واكتمال مسار التيار للملف 2M ويدور المحرك وملفاته موصلة دلتا.

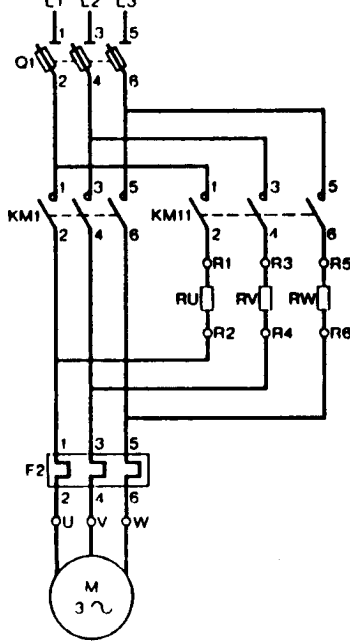
٣ / ٦ / ٣ - بدء محرك بمقاومات مع العضو الثابت :

الشكل (٣-٣٣) يوضح الدائرة الرئيسية ودائرة التحكم لمحرك يبدأ حركته بمقاومات بدء مع العضو الثابت مستخدماً الرموز العالمية.

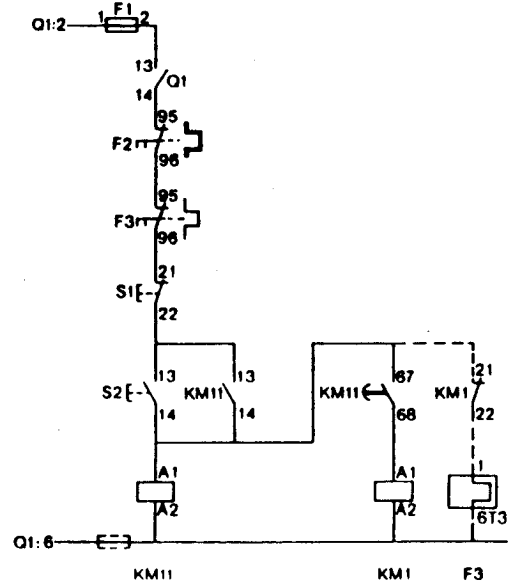
نظرية التشغيل :

عند الضغط على الضاغط S2 يكتمل مسار التيار للملف KM11، ويمسك مسار التيار ذاتياً بواسطة الريشة 14-13/KM11 فيصل التيار الكهربى للمحرك ماراً بمقاومات البدء فيقتطع جزءاً من الجهد خلال هذه المقاومات وبالتالي سيقبل تيار البدء.

الدائرة الرئيسية

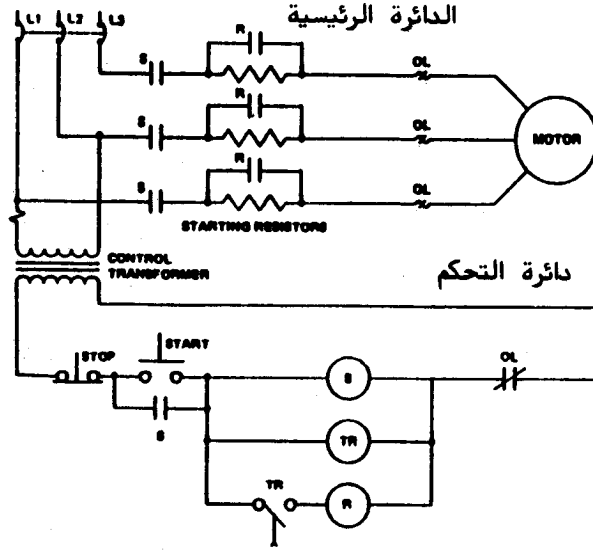


دائرة التحكم



الشكل (٣-٣٣)

وبعد مرور الزمن المعايير عليه المؤقت الزمني الهوائي والمثبت على الكونتاكتور KM11 يكتمل مسار التيار ملف KM1، وحيث إن التيار الكهربى يفضل المرور فى المسار الأسهل، لذا فإن التيار سوف يفضل المرور عبر أقطاب الكونتاكتور KM1 ولن يمر عبر أقطاب الكونتاكتور KM11 ماراً بمقاومات البدء. علماً بأن F3 متمم حرارى بتأخير زمنى يقوم بحماية المقاومات من ارتفاع درجة حرارتها، حيث يضبط على زمن معين بواسطة قرص مدرج، فإذا زاد زمن البدء عن الزمن المعايير عليه يفصل الدائرة، علماً بأنه لا يوجد اتصال كهربى بين F3 والمقاومات. وفى الشكل (٣-٣٤) المخطط الكهربى لبدء حركة محرك استنتاجى ذى قفص سنجاى بمقاومات بدء مع العضو الثابت ولكن بالنظام الأمريكى.



الشكل (٣-٣٤)

محتويات المخطط :

- قاطع دائرة - كونتاكتور البدء S - كونتاكتور التشغيل R - المتحكم حرارى OL - محول تحكم CONTROL TRANSFORMER ووحدة ضواغط مكونة من ضاغطين ضاغط للتشغيل START - ضاغط للإيقاف STOP - المؤقت الزمنى TR - مقاومات بدء R .

نظرية التشغيل :

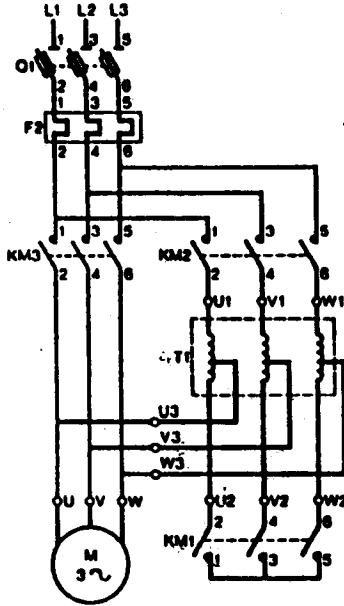
عند الضغط على الضاغط START يكتمل مسار التيار للملف الكونتاكتور S وكذلك المؤقت الزمنى TR فيعمل الكونتاكتور S ويغلق أقطابه الرئيسية ويدور المحرك مع دخول مقاومة البدء R مع دائرة العضو الثابت مقللة بذلك تيار البدء . وبعد انتهاء الزمن المعايير عليه المؤقت TR يكتمل مسار التيار للملف الكونتاكتور R فيعمل الكونتاكتور R على إحداث قصر على مقاومات البدء R وتخرج من الدائرة الرئيسية ويصبح جهد المصدر مسلوفاً كلياً على المحرك . ويمكن إيقاف المحرك بالضغط على الضاغط STOP .

٣ / ٦ / ٤ - بدء تشغيل محرك بمحول ذاتي:

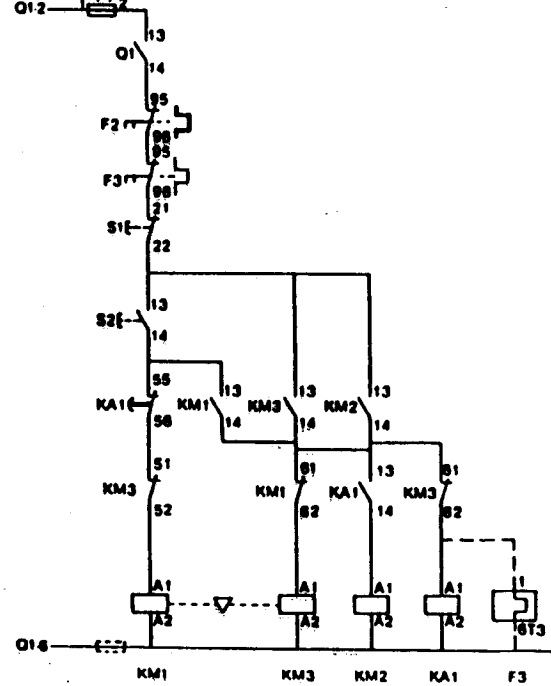
في الشكل (٣-٣٥) الدائرة الرئيسية ودائرة التحكم لبدء حركة محرك استنتاجي ذي قفص سنجابي بإدخال محول ذاتي في الدائرة باستخدام الرموز العالمية.

المحول الذاتي يخرج من الدائرة الرئيسية أوماتيكياً عند وصول سرعة المحرك إلى 80% من السرعة المقننة له.

الدائرة الرئيسية



دائرة التحكم



الشكل (٣-٣٥)

نظرية التشغيل:

عند الضغط على الضاغط S2 يكتمل مسار التيار للملف KM1، وتباعاً للملف KA1، ثم للملف KM2 فتتصل أطراف المحرك (U, V, W) المتصلة بنقط التفرع للمحول الذاتي T1 بأطراف المصدر الكهربى عبر أقطاب السكينة Q1، ثم أقطاب المتتم

الحرارى F2، ثم أقطاب الكونتاكتور KM2 ثم أقطاب الكونتاكتور KM1 من خلال المحول T1. وبعد مرور الزمن المعايير عليه المؤقت الزمنى الهوائى المثبت على الريلاى KA1 تفتح الريشة KA1/55-56 فينقطع مسار التيار للملف KM1، فتعود الريشة KM1/61-62 مغلقة مرة أخرى ويكتمل مسار التيار للملف KM3 فتفتح الريشة KM3/61-62، فينقطع مسار التيار للملف KA1، ثم للملف KM2 ويخرج المحول الذاتى من الدائرة، ويصبح جهد المصدر مسلطاً كلياً على ملفات المحرك ويمكن إيقاف المحرك، بالضغط على الضاغط S1، وعند حدوث زيادة فى الحمل على المحرك يتوقف المحرك فى الحال، علماً بأنه يستخدم متمم حرارى بتأخير زمنى F3 لحماية المحول الذاتى .

وفى الشكل (٣-٣٦) المخطط الكهربى لبدء حركة محرك استنتاجى ذى قفص سنجابى بمحول ذاتى ولكن بالرموز الأمريكية.

محتويات المخطط :

قاطع أتوماتيكى 3 أقطاب

متمم حرارى OL

محول ذاتى

كونتاكتورات البدء 1S, 2S

كونتاكتورات التشغيل R

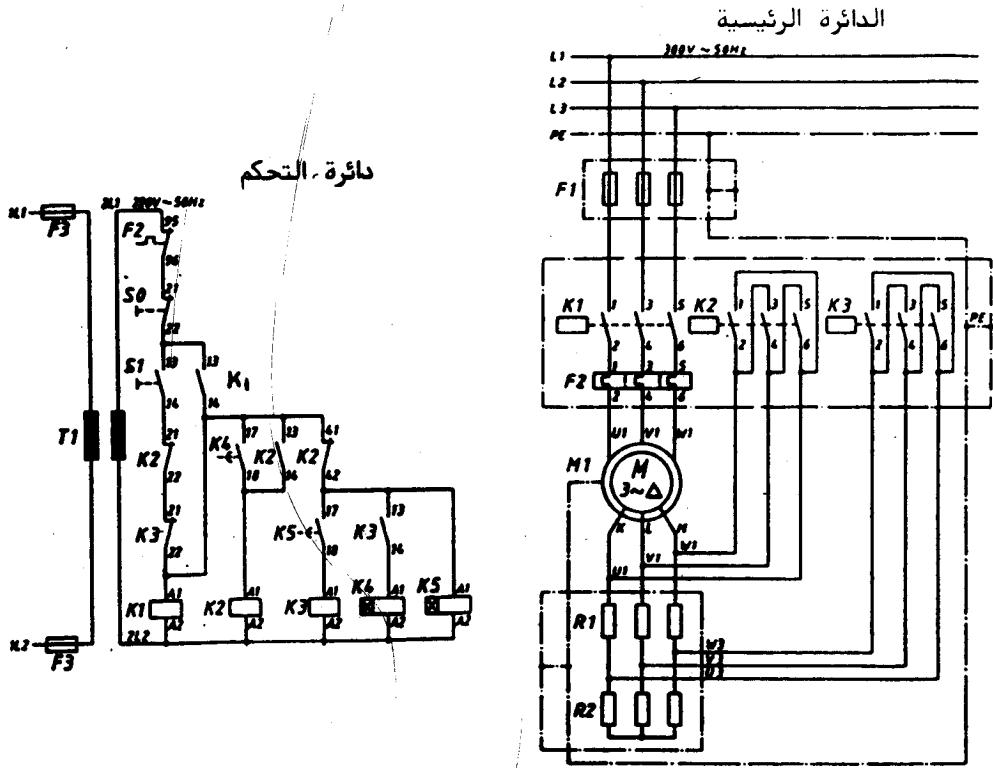
مؤقت زمنى TR – متمم درجة حرارة TP

ضاغط تشغيل START

ضاغط إيقاف STOP.

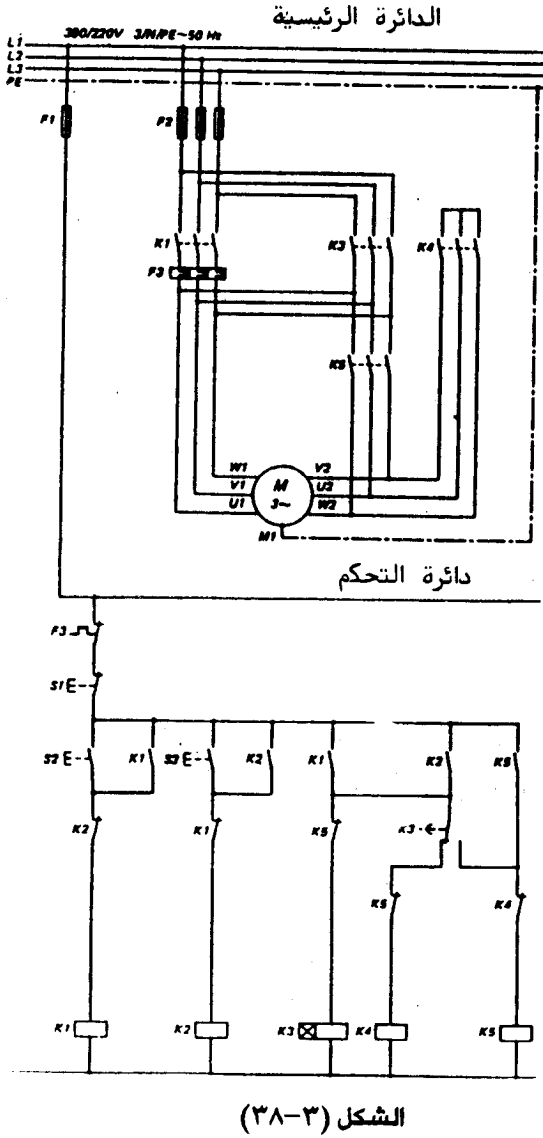
نظرية التشغيل :

عند الضغط على ضاغط البدء START يكتمل مسار التيار ملف الكونتاكتورات 1S، وتباعاً يكتمل مسار التيار للملف المؤقت TR وكذلك الكونتاكتور 2S، ويحدث إمساك ذاتى لمسار التيار بواسطة الريشة المفتوحة الخاصة بالكونتاكتور 1S، والريشة



نظرية التشغيل :

عند الضغط على الضاغط S1 يكتمل مسار التيار ملف K1 ويمسك مسار التيار لها بواسطة الريشة K1/13-14 فتتصل أطراف المحرك U1, V1, W1 بأطراف المصدر الكهربى L1, L2, L3، فى حين تدخل المقاومات R1, R2 على التوالي مع ملفات العضو الدوار فيقل تيار البدء. وفى نفس اللحظة يكتمل مسار التيار للمؤقت K5T وبعد مرور الزمن المعايير عليه المؤقت K5T، تغلق الريشة K5/17-18 فيكتمل مسار التيار ملف K3 وتباعاً للمؤقت K4T فتخرج المقاومة R2. وبعد انتهاء الزمن المعايير عليه المؤقت الزمنى K4T تغلق الريشة K4T/17-18 فيكتمل مسار التيار ملف K2، فتخرج المقاومة R1 من دائرة العضو الدوار، وبالتالي تقصر ملفات العضو الدوار، على نفسها. علماً بأنه فى نفس اللحظة تفتح الريشة K2/41-42 فينقطع



مسار التيار لكل من K3, K4T, و K5T ويبقى الوضع كما هو إلى أن يقوم المشغل بإيقاف المحرك، وذلك بالضغط على الضاغط اليدوي S0، أو أن يحدث زيادة فى الحمل على المحرك أثناء دورانه، فينقطع مسار التيار عن دائرة التحكم نتيجة لفتح الريشة F2/95-96. ومن الواضح فى هذه الدائرة أنه استخدم محول تحكم T1 وذلك لحماية دائرة التحكم من خطورة القصر نتيجة للمقاومة الداخلية الكبيرة لمحول التحكم.

٣/٦/٦ - عكس حركة محرك يبدأ نجما دلتا:

فى الشكل (٣-٣٨) الدائرة الرئيسية ودائرة التحكم لعكس حركة محرك استنتاجى ذى قفص سنجابى يبدأ حركته نجما دلتا مستخدماً مؤقتاً يؤخر عند التوصيل بالرموز الألمانية الحديثة.

نظرية التشغيل :

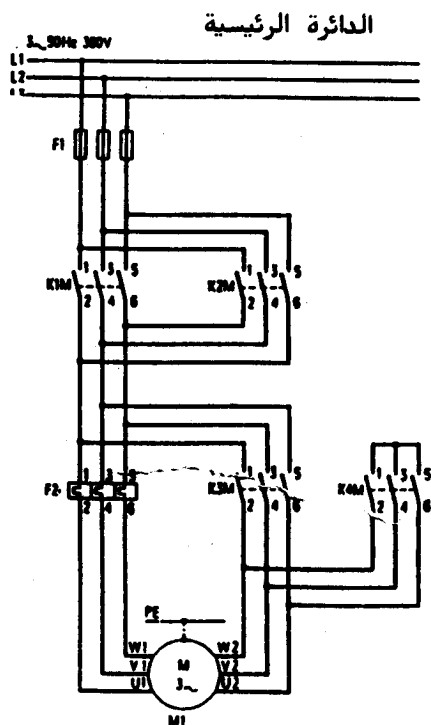
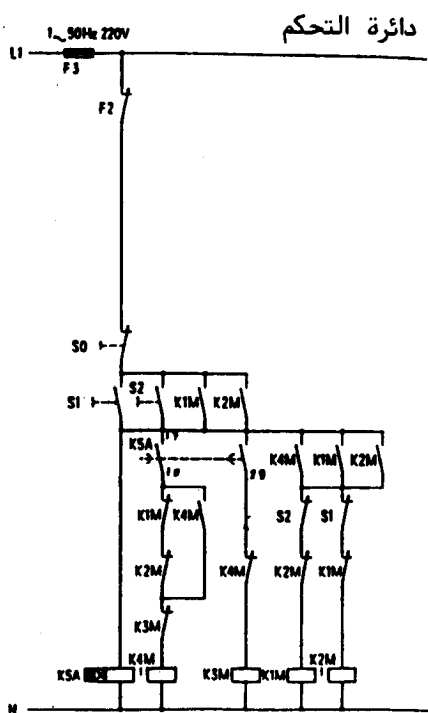
عند الضغط على الضاغط S2 يكتمل مسار التيار للملف K1، وتباعاً يكتمل مسار التيار للملف المؤقت K3 والكونتاكور K4، فيدور المحرك وملفاته موصلة نجما جهة اليمين، وبعد مرور زمن البدء المعاير عليه المؤقت K3 ينعكس وضع الريشة القلاب

للمؤقت، فينقطع مسار التيار عن K4، ويكتمل مسار التيار للملف K5 ويدور المحرك وملفاته موصلة دلتا. ولعكس حركة المحرك يجب إيقافه أولاً بواسطة الضاغط S1، ثم بعد ذلك يضغط على الضاغط S3 فيكتمل مسار التيار للملف K2، وتباعاً للملف المؤقت الزمني K3، وأيضاً الكونتاكتور K4، ويدور المحرك وملفاته موصلة نجماً جهة اليسار. وبعد مرور زمن البدء المعايير عليه المؤقت K3 ينعكس وضع الريشة القلاب للمؤقت، فيكتمل مسار التيار للملف K5 وينقطع مسار التيار عن الملف K4 ويدور المحرك جهة اليسار وملفاته موصلة دلتا.

وفى الشكل (٣-٣٩) الدائرة الرئيسية ودائرة التحكم لعكس حركة محرك استنتاجى ذى قفص سنجابى يبدأ حركته نجماً - دلتا مستخدماً مؤقت نجماً دلتا الخاص بشركة سيمنز الألمانية.

نظرية التشغيل :

عند الضغط على الضاغط S1 يكتمل مسار التيار للملف المؤقت K5A، فتغلق الريشة K5A/17-18، ويكتمل مسار التيار للملف K4M، وتباعاً للملف K1M، ويدور المحرك وملفاته موصلة نجماً جهة اليمين، وبعد مرور الزمن المعايير عليه المؤقت تفتح الريشة K5A/17-18، فينقطع مسار التيار عن K4M، وبعد تأخير زمني 50ms يكتمل مسار التيار للملف الكونتاكتور K3M ويدور المحرك وملفاته موصلة دلتا. ولعكس حركة المحرك يتم الضغط على الضاغط S0 فينقطع مسار التيار عن جميع الملفات الموجودة فى دائرة التحكم ويتوقف المحرك. وعند الضغط على الضاغط S2 يكتمل مسار التيار للملف المؤقت K5A فيغلق المؤقت الريشة K5A/17-18 ويكتمل مسار التيار للملف K4M، وتباعاً يكتمل مسار التيار للملف K2M ويدور المحرك وملفاته موصلة نجماً، وبعد مرور الزمن المعايير عليه المؤقت K5A تفتح الريشة K5A/17-18 فينقطع مسار التيار عن الملف K5A، ويدور المحرك بعزم القصور الذاتى. ولكن بعد مرور زمن 50 مللى ثانية تغلق الريشة K5A/17-18 ويكتمل مسار التيار للملف K3M ويدور المحرك وملفاته موصلة نجماً.



الشكل (٣-٣٩)

٣ / ٦ / ٧ - مقارنة بين خواص بادئات المحركات الاستنتاجية ثلاثية الأوجه :

الجدول (٣-١) يعرض مقارنة بين خواص بادئ نجما دلتا، وبادئ بمقاومات مع العضو الثابت وبادئ بمحول ذاتي بنقط تفرع، وبادئ بمقاومات مع العضو الدوار الملفوف .

علمًا بأن :

- Un هو جهد التشغيل العادي .
- In تيار التشغيل عند الحمل الكامل .
- Tn عزم التشغيل عند الحمل الكامل .

الجدول (١-٣)

نوع البادئ الخواص	نحما دلنا	مقاومات مع العضو الثابت	محول ذاتي بنقط تفرع	مقاومات مع العضو الدوار
جهد البدء	0.58 Un	0.2:0.4Un	0.5:0.75 Un	لا يوجد
تيار البدء	2:4 In	3:2.6 In	4.5 In	< 2.5 In
عزم البدء	0.3:0.75 Tn	0.2:0.5Tn	0.6:0.85Tn	< 2.5 Tn
السعر مقارنة بسعر وحدة التشغيل المباشر باعتبار سعرها 100	150 : 300	350:500	500:1500	500 : 1500
زمن البدء بالثانية (S)	3 : 6	3:7.5	7:12	2.5 : 4
الاستخدام	الآلات التي تبدأ بدون حمل أو بأحمال صغيرة مثل ضواغط أجهزة تكييف.	الآلات التي تبدأ بدون حمل مثل المراوح الصغيرة والمضخات الطاردة المركزية.	الآلات التي لها عزم قصور ذاتي كبير مع عدم وجود مشكلة في تيار البدء الكبير.	الآلات التي تبدأ عند الحمل الكامل.

ولتحديد نوع البادئ المناسب يجب معرفة كل من :

١ - الحدود القصوى لانخفاض الجهد المسموح به فى الشبكة .

٢ - عزم البدء المطلوب .

٣ - زمن البدء المسموح به .

٧ / ٣ - طرق فرملة المحركات الاستنتاجية ثلاثية الأوجه :

أحياناً تستخدم المحركات الاستنتاجية لإدارة أحمال تحتاج لتوقف كامل لحظة انقطاع التيار عن محركاتها، وذلك بفرملتها على سبيل المثال : القاطرات الكهربائية وأيضاً الأوناش وماكينات التعبئة ... إلخ .

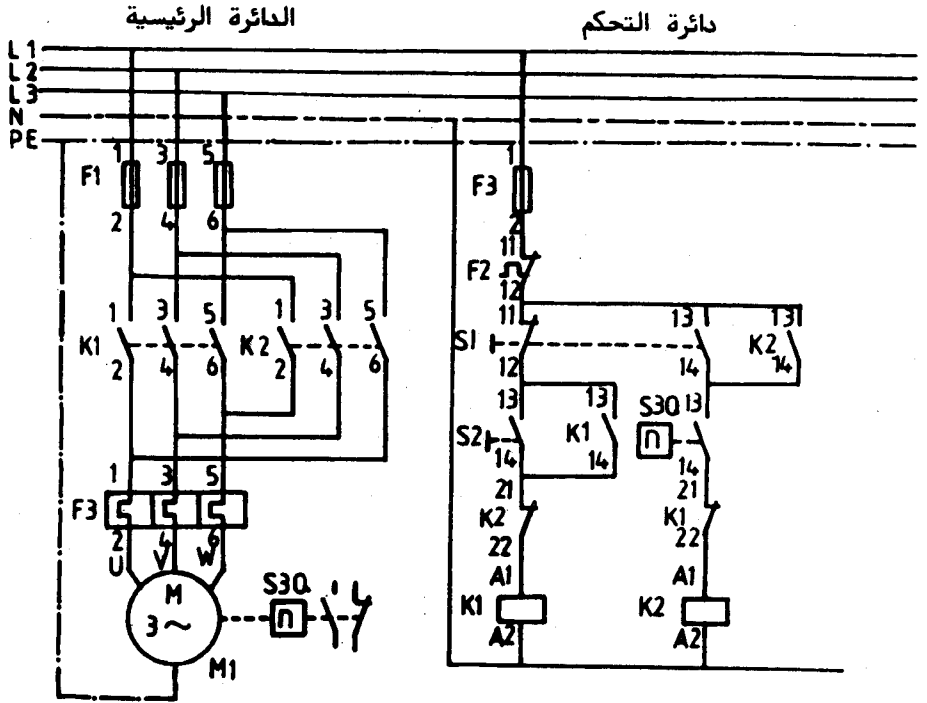
وهناك عدة طرق لفرملة المحركات الاستنتاجية موضحة فى الفقرات التالية .

١ / ٧ / ٣ - الفرملة بالتيار العكسى :

الشكل (٣-٤٠) يحتوى على الدائرة الرئيسية ودائرة التحكم لفرملة محرك استنتاجى ذى قفص سنجابى بنظام الفرملة بالتيار العكسى باستخدام الرموز الألمانية الحديثة .

نظرية التشغيل :

عند الضغط على الضاغط S2 يكتمل مسار التيار للملف K1 فيتمغنط ويعمل الكونتاكتر K1 فيدور المحرك، ولإيقاف المحرك يتم الضغط على الضاغط S1 فينقطع مسار التيار للملف K1، بينما يكتمل مسار التيار للملف K2 ؛ نتيجة لعودة الريشة K1/ 21-22 لوضعها الطبيعى، وأيضاً نتيجة لغلق الريشة S3Q/13-14 الناشئ عن دوران المحرك بعزم القصور الذاتى فيتمغنط ملف K2 ويعمل الكونتاكتر K2، فيتولد عزم معاكس لعزم المحرك، فيتوقف المحرك، حينئذ تعود الريشة S3Q/13-14 مفتوحة من جديد ويتوقف المحرك فى الحال، علماً بأن مفتاح مراقبة السرعة S3Q يثبت على عمود الإدارة للمحرك .



الشكل (٣ - ٤٠)

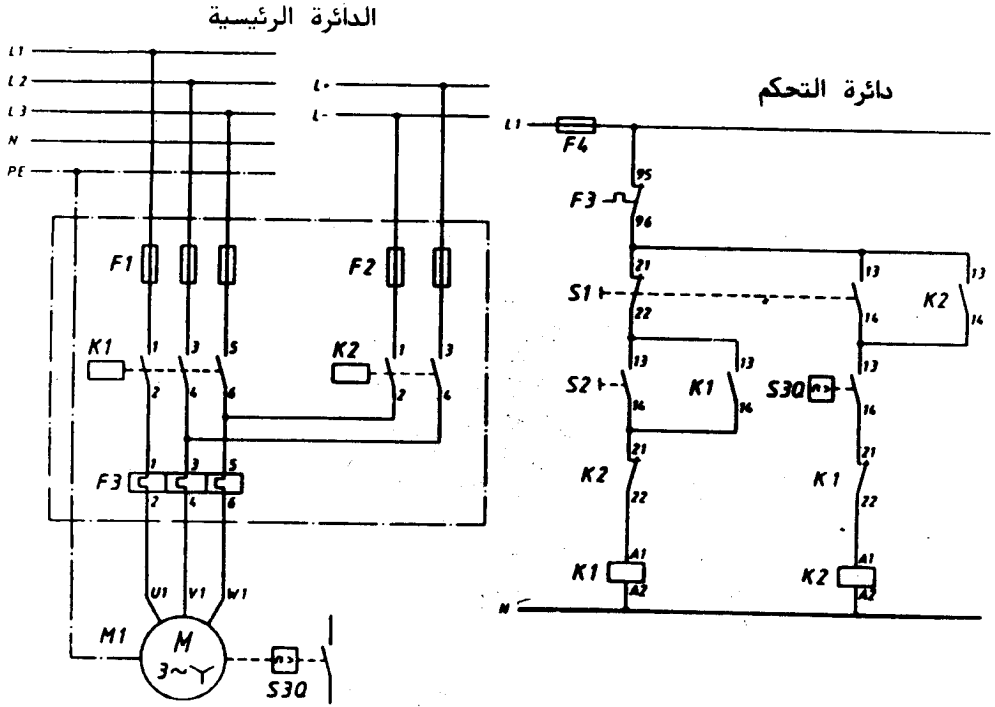
ملاحظة:

عند استخدام الفرملة بالتيار العكسي في المحركات الاستنتاجية ذات العضو الدوار الملفوف، يجب إدخال مقاومات البدء مع العضو الدوار لحظة الفرملة.

٣/٧/٢ - الفرملة بحقق تيار مستمر:

يتم فرملة المحركات الاستنتاجية بحقق التيار المستمر في ملفات العضو الثابت، وذلك بعد فصل المحرك من الشبكة الكهربائية، فيتولد مجال مغناطيسي ثابت داخل المحرك، ونتيجة لدوران العضو الدوار بفعل عزم القصور الذاتي يتولد قوة دافعة كهربية في ملفات العضو الدوار المقصورة، وبالتالي تنشأ قوة معاكسة تحاول أن تفرمل المحرك؛ بأن طاقة الفرملة تؤدي أحياناً إلى تسخين العضو الدوار، لذلك فإن المحركات التي تفرمل بهذه الطريقة تحتاج لنظام تبريد قوى.

وفي الشكل (٣-٤١) دائرة التحكم والدائرة الرئيسية لمحرك استنتاجي ذي قفص سنجابي يتم فرملته بحقن تيار مستمر.



الشكل (٣-٤١)

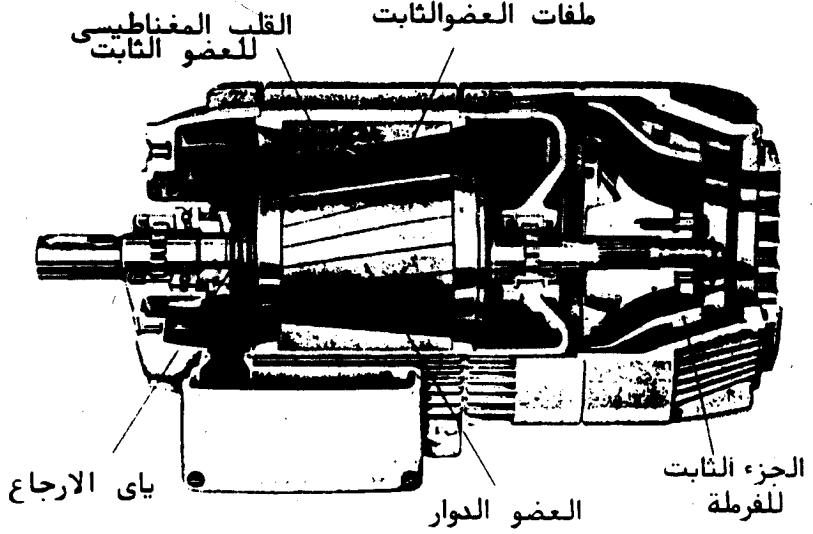
نظرية التشغيل:

عند الضغط على الضاغط S2 يكتمل مسار التيار للملف K1 فيتمغنط ويعمل الكونتاكتور، ويدور المحرك. وعند الضغط على الضاغط S1 ينقطع التيار عن المحرك نتيجة لانقطاع مسار التيار للملف K1. بينما يكتمل مسار التيار للملف K2 نتيجة لعودة الريشة K1/21-22 مغلقة، وأيضاً لغلق الريشة S3Q/13-14 الخاصة بمفتاح مراقبة السرعة، وذلك نتيجة لدوران المحرك بعزم القصور الذاتي فيمر تيار مستمر في ملفات المحرك، ويتفرمل المحرك، وبمجرد توقف المحرك تعود الريشة S3Q/13-14 مفتوحة من جديد، فينقطع مسار التيار للملف K2، ويتوقف تغذية التيار المستمر إلى

ملفات العضو الثابت.

٣/٧/٣ - الفرملة بالنظام الميكانيكي:

الشكل (٤٢-٣) يبين قطاعاً داخلياً لأحد المحركات التي تعمل بنظام الفرملة الميكانيكية.



(محرك بنظام ميكانيكي للفرملة)

الشكل (٤٢-٣)

نظرية التشغيل:

عند توصيل تيار كهربى للمحرك يتولد قوة مغناطيسية داخلية تدفع العضو الدوار تجاه ياى الإرجاع، فيدور المحرك طبيعياً، ولكن بمجرد انقطاع التيار الكهربى عن المحرك تختفى قوة الدفع المغناطيسية، فيقوم ياى الإرجاع بدفع العضو الدوار إلى الأمام، فيحتك القرص الفرملى المخروطى مع الجزء الثابت للفرملة فيتوقف المحرك فى الحال. وفى الرسم التالى الرموز الكهربائية للمحرك ذات الفرملة الميكانيكية أثناء دورانه وأثناء توقفه.

٣/٧/٤ - الفرملة الكهرومغناطيسية:

الشكل (٣-٤٣)
يعرض دائرة فرملة
محرك استنتاجي
باستخدام فرملة
كهرومغناطيسية.

محتويات الدائرة:

١ - G قنطرة التوحيد.

٢ - RV مقاومة لتحديد

التيار المار الناتج عن

القوة الدافعة

الكهربية المتولدة

في ملف الفرملة

الكهرومغناطيسية

عند انقطاع التيار

الكهربى عن

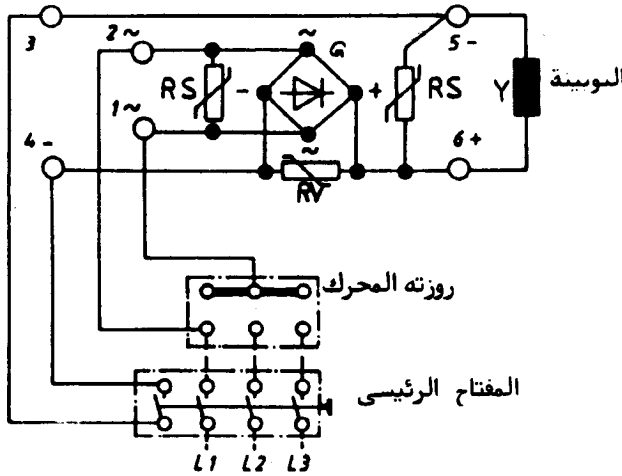
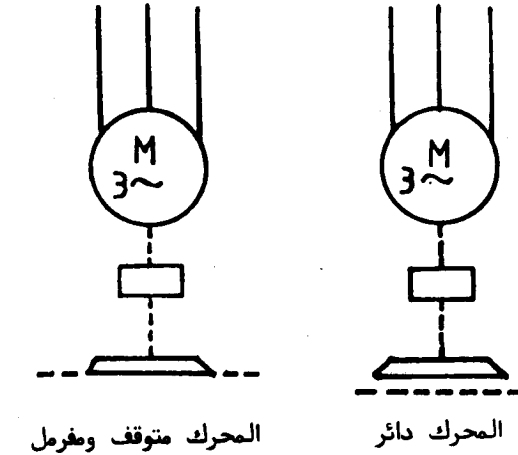
المحرك.

٣ - RS مقاومة تعتمد

على الجهد فتزداد

قيمتها بزيادة

الجهد، وتقوم هذه

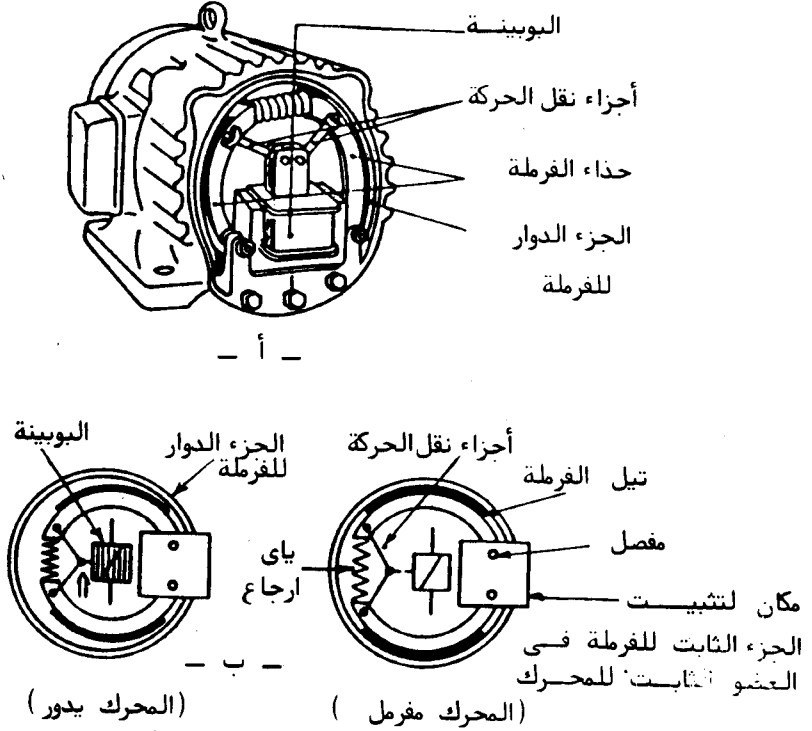


الشكل (٣-٤٣)

المقاومة بحماية القنطرة من القوة الدافعة الكهربائية المتولدة عند انقطاع التيار الكهربى عن الملف.

٤ - Y ملف الفرملة الكهرومغناطيسية.

وفى الشكل ((٣-٤٤) شكل تخطيطى لمحرك بفرملة تعمل عند انقطاع التيار الكهربى عنها.



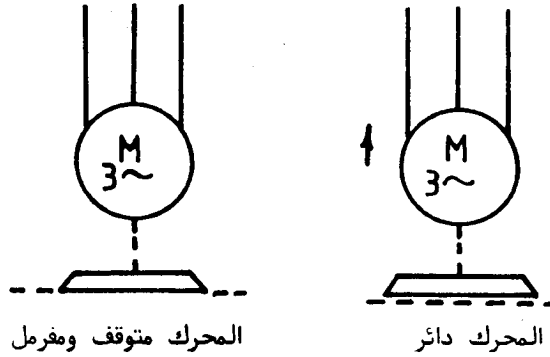
الشكل (٣-٤٤)

وتتكون الفرملة من:

- ١ - الجزء الدوار للفرملة وهو على شكل طربوش مثبت من أعلاه فى عمود الإدارة للمحرك.
- ٢ - تيل الفرملة وهو مصنوع من الجلد، مثبت على حذاء الفرملة المصنوع من الصلب.
- ٣ - أعضاء نقل الحركة الميكانيكية من البوبينة إلى تيل الفرملة.
- ٤ - يأى إرجاع الفرملة لوضعها الطبيعى.
- ٥ - البوبينة وتتكون من ملف وقلب مغناطيسى متحرك.

نظرية تشغيل الفرملة ذات الكهرومغناطيسية :

عند توصيل التيار الكهربى للمحرك فإن ملف البوبينة يغذى بالتيار المستمر، فيجذب القلب المغناطيسى للبوبينة أعضاء نقل الحركة للفرملة، فيتحرك الجزء الدوار للفرملة ويدور المحرك، ولكن عند انقطاع التيار الكهربى عن المحرك ينقطع التيار الكهربى عن البوبينة تبعاً، ويعود القلب المغناطيسى لوضعه الطبيعى، ويقوم ياي الإرجاع حينئذ بإعادة تيل الفرملة لوضعه الطبيعى فيتوقف المحرك فى الحال . والشكل (٣-٤٤ ب) يوضح نظرية تشغيل الفرملة الكهرومغناطيسية، وفيما يلى الرمز الكهربى لمحرك مزود بفرملة كهرومغناطيسية أثناء دورانه وأثناء توقفه .

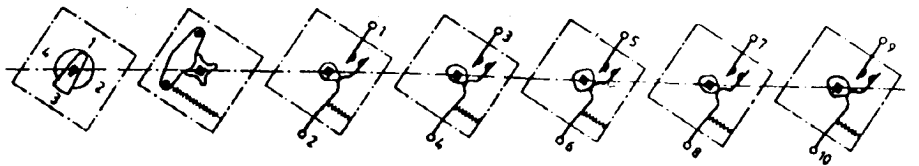
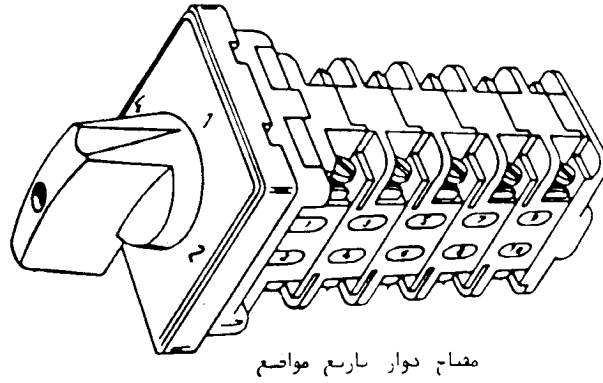


٣ / ٨ - المفاتيح اليدوية الدوارة :

الشكل (٣ - ٤٥) يبين أحد هذه المفاتيح الدوارة وأيضاً تركيبها الداخلى . وهناك العديد من الاستخدامات لهذه المفاتيح نذكر منه ما يلى :

- ١ - مفاتيح التحكم فى تشغيل المحركات .
- ٢ - مفاتيح رئيسية لفصل ووصل الدوائر الكهربائية .
- ٣ - مفاتيح أمان توضع بجوار الآلات المختلفة داخل المصانع لأغراض الصيانة .
- ٤ - مفاتيح تحكم وتستخدم فى التحكم اليدوى للعمليات الصناعية .

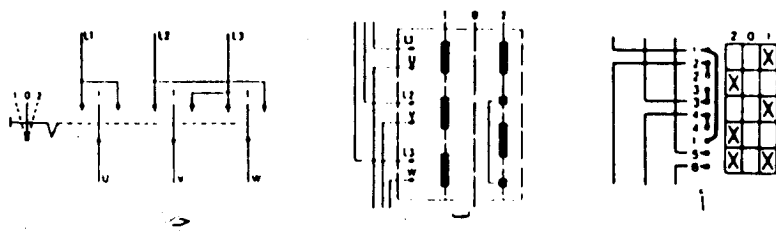
- ٥ - مفاتيح اختيار لأجهزة القياس .
- ٦ - مفاتيح لتشغيل ماكينات اللحام حيث تتحكم فى الجهد المستخدم فى اللحام .
- ٧ - مفاتيح لتشغيل السخانات حيث تتحكم فى قدرة السخان بتغيير طريقة توصيل عناصره .
- ٨ - مفاتيح إنارة وتستخدم فى تشغيل جميع أنواع اللمبات .
- وتستخدم رموز مختلفة لتمثيل هذه المفاتيح تختلف من شركة لأخرى، وسوف نستعرض الطرق الأكثر انتشاراً .



الأجزاء الداخلية للمفتاح الدوار

الشكل (٣ - ٤٥)

والشكل (٣-٤٦، ب، ج) يبين ثلاث طرق مختلفة لتمثيل مفتاح يدوى لعكس الحركة، وهذا المفتاح له ثلاثة أوضاع تشغيل 0 إيقاف، 1 يمين، 2 يسار. وفى الشكل (أ، ب) توضع الأرقام الدالة على أوضاع التشغيل فى أعلى المستطيل الممثل للمفتاح.



الشكل (٣-٤٦)

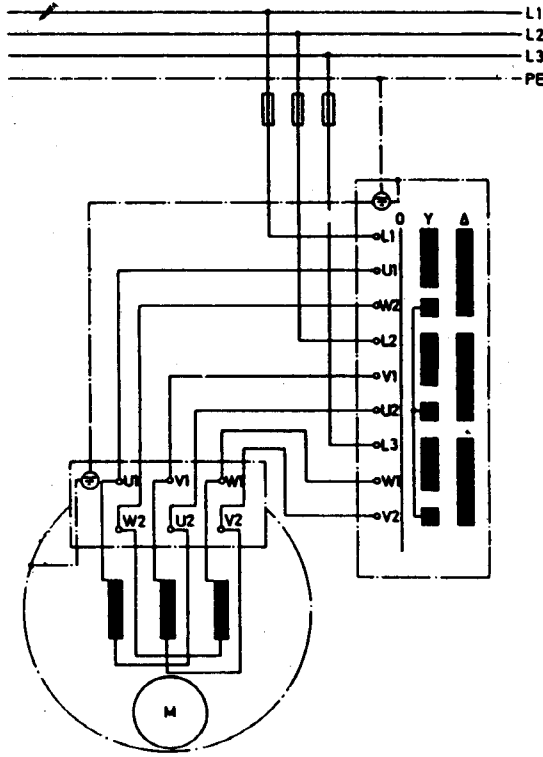
أما فى (الشكل ج) توضح أوضاع التشغيل على يسار المفتاح، ويرسم وضع التشغيل الحالى بخط مستمر. وفى الأشكال (أ، ب) توضح نقاط التوصيل للمفتاح على يسار المستطيل، وفى (الشكل) أ تستخدم العلامة X للدلالة على وجود اتصال بين النقط المقابلة لها، بينما فى (الشكل) ب يرسم مستطيل مظلّل أمام النقاط التى بينها اتصال تحت أوضاع التشغيل المختلفة.

وبعد أن تعرفنا على الطرق الأكثر انتشاراً لتمثيل المفاتيح اليدوية الدوارة سنتناول الأنواع المختلفة للمفاتيح حسب الاستخدام فى الفقرات التالية.

٣ / ٨ / ١ - المفاتيح اليدوية للمحركات :

تحتاج المفاتيح اليدوية المستخدمة فى التحكم فى المحركات فهماً خاصاً من قبل المشغلين، فعلى سبيل المثال ينبغى على المشغل معرفة اللحظة المناسبة للانتقال من وضع Y إلى وضع Δ عند بدء المحرك نجماً دلتا. باستخدام المفتاح اليدوى للبدء نجماً دلتا.

والشكل (٣-٤٧) يبين دائرة بدء محرك نجماً دلتا يدوياً باستخدام مفتاح نجماً -

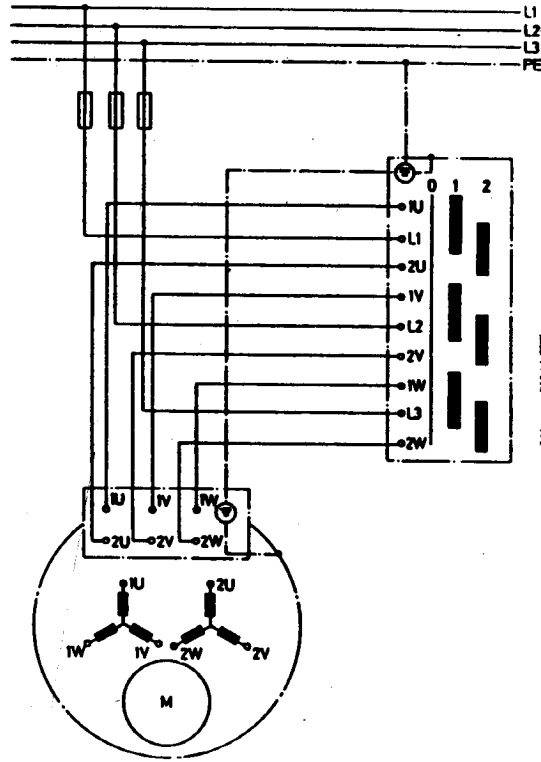


دلتا مستخدماً الطريقة الثانية فى تمثيل المفاتيح اليدوية. وكما هو واضح من هذا الشكل أن المفتاح اليدوى له ثلاثة أوضاع تشغيل 0 , Y , Δ فعند وضع المفتاح على وضع 0 يتوقف المحرك وعند وضع المفتاح على وضع Y تتصل النقاط $L1$ مع $U1$ و $L2$ مع $V1$ و $L3$ مع $W1$ ويحدث قصر بين ($U2, V2, W2$) ويدور المحرك وملفاته موصلة نجماً.

الشكل (٣-٤٧)

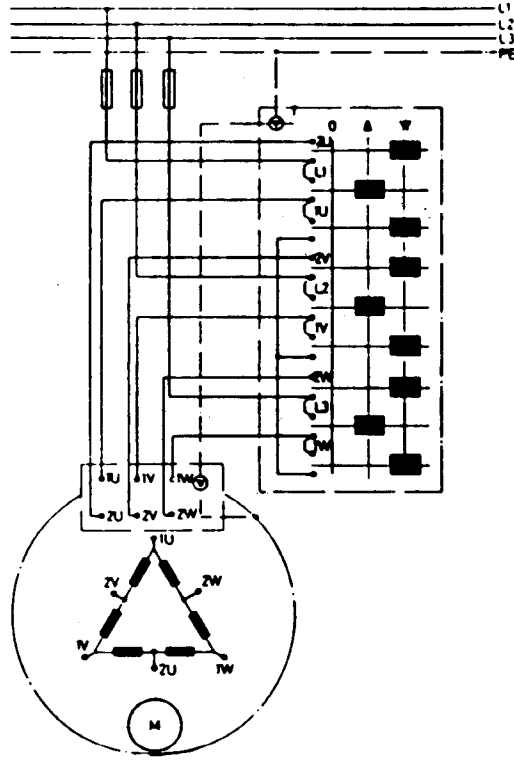
أما عند وضع المفتاح

على الوضع Δ تتصل النقاط $L1$ مع ($W2, U1$) و $L2$ مع ($U2, V1$) و $L3$ مع $W1$ و $V2$ ويدور المحرك وملفاته موصلة دلتا، وفى الشكل ٣ - ٤٨ دائرة تشغيل محرك بمجموعتين من الملفات المنفصلة يدوياً، وكما هو واضح من هذا الشكل أن المفتاح اليدوى المستخدم له ثلاثة أوضاع، وهى ($0, 1, 2$) فالوضع 0 يستخدم لإيقاف المحرك والوضع 1 يستخدم لتوصيل ملف المحرك ذات السرعة البطيئة، والتى أطرافه هى ($1U, 1V, 1W$) مع أطراف المصدر الكهربى ($L1, L2, L3$) ليدور المحرك بالسرعة البطيئة. والوضع 2 يستخدم لتوصيل ملف المحرك ذات السرعة العالية والتى أطرافه هى ($2U, 2V, 2W$) مع أطراف المصدر الكهربى ليدور المحرك بالسرعة العالية.



الشكل (٤٨-٣)

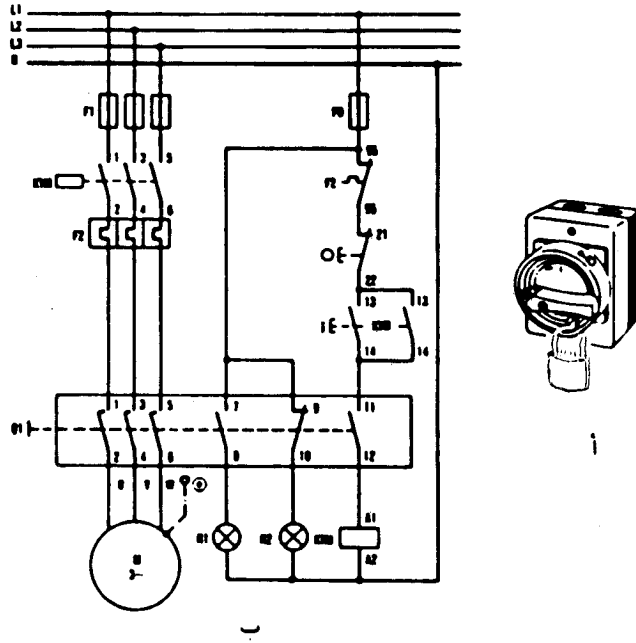
وفي الشكل (٤٩-٣) دائرة تشغيل محرك بملف دالندير يدوياً، وكما هو واضح من هذا الشكل أن المفتاح اليدوي المستخدم له ثلاثة أوضاع وهم (0, Δ, YY) فالوضع 0 يستخدم لإيقاف المحرك، والوضع Δ يستخدم لتوصيل أطراف المحرك، (1U, 1V, 1W) مع أطراف المصدر الكهربى (L1, L2, L3) بالترتيب فيدور المحرك بالسرعة البطيئة. والوضع YY يستخدم لعمل قصر بين الأطراف (1U, 1V, 1W) وأيضاً لتوصيل الأطراف (2U, 2V, 2W) مع أطراف المصدر الكهربى (L1, L2, L3) فيدور المحرك بالسرعة العالية.



الشكل (٣-٤٩)

٣/٨/٢ - المفاتيح الرئيسية ومفاتيح الأمان اليدوية:

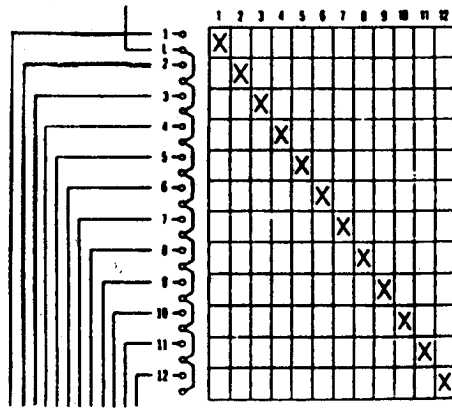
يوجد وجه شبه كبير بين المفاتيح الرئيسية ومفاتيح الأمان فى التركيب، ولكن هناك اختلاف فى استخدام كل منهما فالأولى تستخدم لوصل وفصل التيار الكهربى، والثانية تستخدم لأغراض الصيانة حيث يوضع مفتاح أمان بجوار كل محرك فى المصنع، وعند قيام فريق الصيانة بإجراء صيانة لأجمال هذا المحرك يوضع مفتاح الأمان أولاً على وضع 0، ولزيادة الأمان يقفل المفتاح بقفل يدوى كما هو موضح فى الشكل (٣-١٥٠). أما الشكل (٣-٥٠ ب) فيبين المخطط الكهربى لتشغيل محرك مستخدماً مفتاح الأمان حيث تستخدم الطريقة الثالثة لتمثيل مفتاح الأمان.



الشكل (٣-٥٠)

٣ / ٨ / ٣ مفاتيح التحكم اليدوية :

هناك العديد من مفاتيح التحكم التي تقوم ببعض الوظائف في العمليات الصناعية، نذكر منها مفتاح التحكم اليدوي ذا الأوضاع المتعاقبة، ويستخدم هذا المفتاح للتحكم في العملية الصناعية ذات العمليات المتعاقبة يدوياً. والشكل (٣-٥١) يعرض مفتاح تحكم ذا الأوضاع المتعاقبة له إثني عشر موضعاً تشغيل ولللمفتاح مدخل واحد L يوصل بالطرف L وعدد 12 مخرج توصل بإثني عشر حملاً وهم من (1:12) بحيث يخرج التيار الكهربى من المخرج الذى له نفس وضع التشغيل. وكما هو واضح من هذا الشكل فإن المفتاح مرسوم بالطريقة الأولى فى التمثيل، علماً بأن صورة هذا المفتاح لا تختلف عن الصورة الموضحة فى الشكل (٣-٤٥) عدا أن هذا المفتاح له اثنا عشر وضع تشغيل بدلاً من 4. ولفهم طريقة عمل هذا المفتاح هناك بعض الرموز المستخدمة فى هذه الطريقة يجب معرفتها. وهى موضحة فى الشكل (٣-٥١) أيضاً.



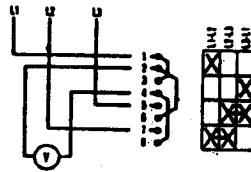
- ريشة التلامس مفتوحة ☐
- ريشة التلامس مغلقة ☒
- ريشة التلامس تنفتح عند الانتقال من وضع لآخر ☒
- ريشة التلامس تظل مغلقة أثناء الانتقال من وضع لآخر ☒
- الريشة تغلق مبكرا ☒
- الريشة تفتتح متأخرا ☒
- الريشة تغلق عند الانتقال من وضع تشغيل لآخر ☒

الشكل (٣-٥١)



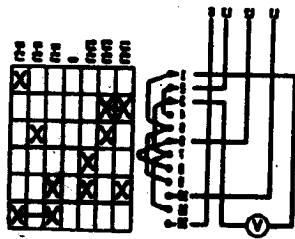
٣/٨/٤ - مفاتيح أجهزة القياس

اليديوية :



وتقوم هذه المفاتيح بتقليل عدد أجهزة القياس المستخدمة لقياس الكميات الكهربائية، وهناك أنواع مختلفة من هذه المفاتيح نذكر منه ما يلي :

الشكل (٣-٥٢)



الشكل (٣-٥٣)

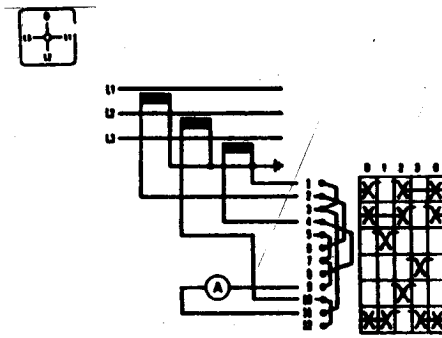
١ - مفتاح فولتميتر بثلاثة أوضاع لقياس الجهود الخطية لمصدر التيار الكهربى باستخدام جهاز فولتميتر واحد وأوضاع المفتاح هي (L1- L2, L2- L3, L3-L1) وهذا موضع بالشكل (٣-٥٢).

٢ - مفتاح فولتميتر بسبعة أوضاع تشغيل لقياس الجهود الخطية وجهود الأوجه

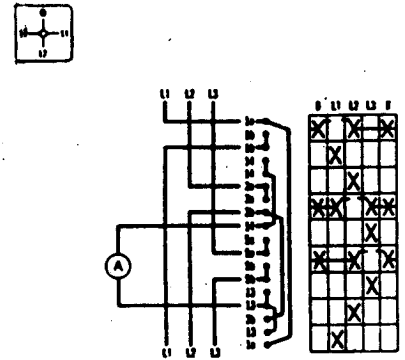
الثلاثة للمصدر الكهربى مستخدماً جهاز فولتميتر واحد وهذا موضح بالشكل (٣-٥٣).

٣ - مفتاح أميتر بأربعة أوضاع لقياس تيارات الأوجه الثلاثة باستخدام جهاز أميتر واحد وهذا موضح بالشكل (٣-٥٤).

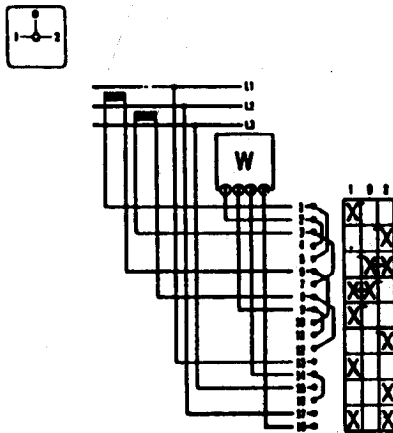
٤ - مفتاح أميتر بأربعة أوضاع لقياس تيارات الأوجه الثلاثة من خلال أجهزة محولات وجهاز أميتر واحد، وهذا موضح بالشكل (٣-٥٥).



الشكل (٣-٥٥)



الشكل (٣-٥٤)



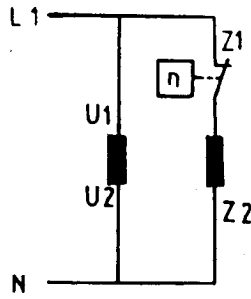
الشكل (٣-٥٦)

٥ - مفتاح جهاز قياس KW بوضعى تشغيل، ويستخدم هذا المفتاح لقياس القدرة الكهربائية المسحوبة بحمل ثلاثى الأوجه متزن بواسطة جهاز واحد، معتمداً على أن القدرة المستهلكة فى الحمل المتزن تساوى مجموع قراءتى الوضعين المختلفين للمفتاح وتسمى هذه الطريقة طريقة آرون وهذا موضح بالشكل (٣-٥٦).

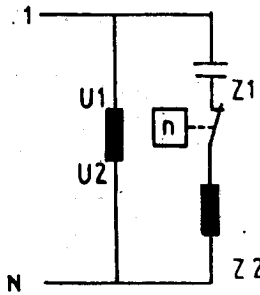
٣ / ٩ - المحركات الاستنتاجية ذات الوجه الواحد :

تستخدم المحركات الاستنتاجية ذات الوجه الواحد على نطاق ضيق فى لصناعة مقارنة بالمحركات الاستنتاجية ثلاثية الأوجه، وذلك لأفضلية الثانية فى عدة أمور فمثلاً عند تساوى القدرة لمحرك ثلاثى الأوجه مع آخر أحادى الوجه فإن أبعاد المحرك الثلاثى الأوجه أصغر من الأحادى الوجه، وكذلك فإن معامل القدرة والكفاءة للمحرك الثلاثى الأوجه أفضل من مثيلتها للمحرك أحادى الوجه . وهناك عدة طرق مستخدمة لتشغيل المحركات الاستنتاجية أحادية الوجه نذكر منها ما يلى :

أ - إضافة ملف بدء مع ملف التشغيل يوصلا معاً على التوازى، ويخرج ملف البدء من دائرة المحرك عند وصول سرعة المحرك إلى 80% من السرعة المقننة بواسطة مفتاح طارد مركزى، وهذه الطريقة موضحة بالشكل (٣-٥٧) .

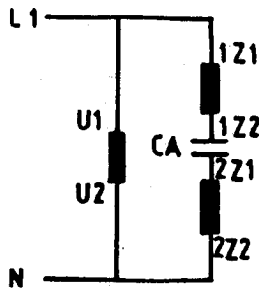


الشكل (٣-٥٧)



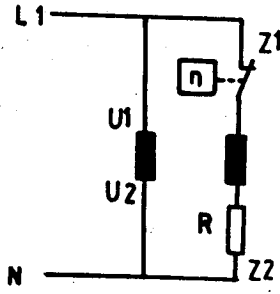
الشكل (٣-٥٨)

ب - إضافة ملف بدء موصل به مقاومة بدء بالتوازى مع ملف التشغيل عند البدء ويخرج ملف البدء والمقاومة من الدائرة عند وصول السرعة إلى 80% من السرعة المقننة بواسطة مفتاح طارد مركزى، وهذا موضح بالشكل (٣-٥٨) .

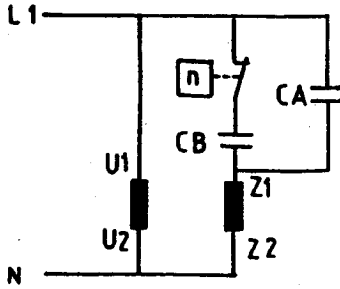


الشكل (٣-٥٩)

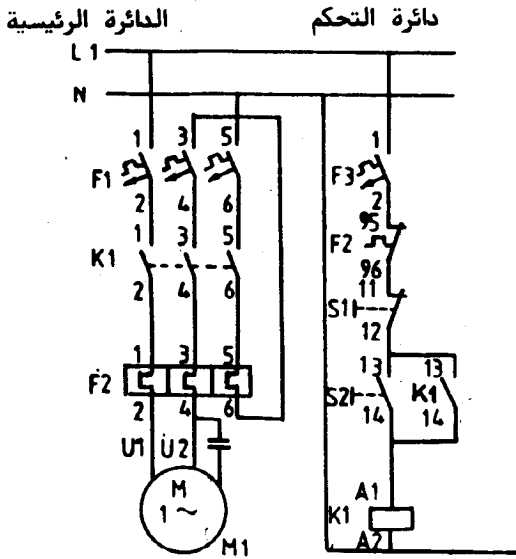
ج - إضافة ملف بدء موصل به مكثف بدء، وذلك بالتوازى مع ملف التشغيل عند البدء ويخرج ملف البدء والمكثف من الدائرة عند وصول السرعة إلى 80% من السرعة المقننة بواسطة مفتاح طارد مركزى وهذا موضح بالشكل (٣-٥٩) .



الشكل (٣ - ٦٠)



الشكل (٣ - ٦١)



الشكل (٣ - ٦٢)

د - إضافة ملف بدء موصل به مكثف بدء ومكثف تشغيل، ويوصلان بالتوازي مع ملف التشغيل ويخرج مكثف البدء بواسطة مفتاح طارد مركزي عند وصول السرعة إلى 80% من السرعة المقننة وهذا موضح بالشكل (٣-٦٠).

هـ - إضافة ملفي بدء موصلين معاً بواسطة مكثف ويوصلان بالتوازي مع ملف التشغيل، وهذه الطريقة موضحة بالشكل (٣-٦١) علماً بأن هذه الطريقة يفضل استخدامها في المحركات التي يتم عكس حركتها.

٣ / ٩ / ١ - التحكم في تشغيل محرك وجه واحد:

في الشكل (٣ - ٦٢) الدائرة الرئيسية ودائرة التحكم لتشغيل وإيقاف محرك استنتاجي وجه واحد.

نظرية التشغيل:

عند الضغط على الضاغط S2 يكتمل مسار التيار للملف الكونتاكطور K1 فيدور المحرك وعند الضغط على الضاغط S1 ينقطع مسار التيار للملف الكونتاكطور K1 ويتوقف المحرك.

٣ / ٩ / ٢ - عكس حركة محرك استنتاجي واجه واحد:

في الشكل (٣ - ٦٣) الدائرة

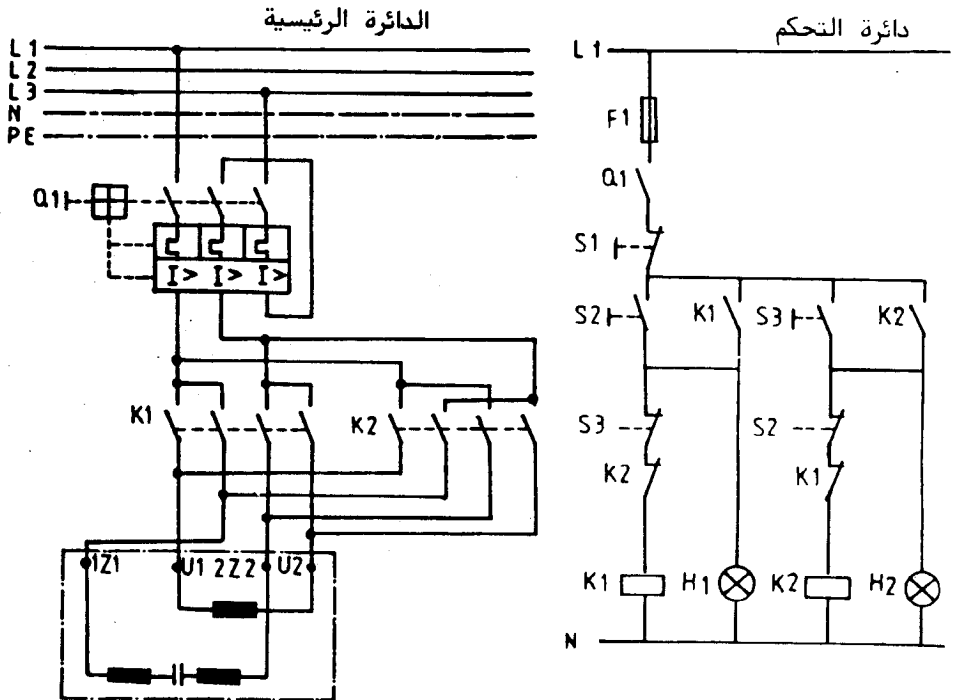
الرئيسية ودائرة التحكم لعكس حركة محرك استنتاجي وجه واحد .

نظرية التشغيل :

عند الضغط على الضاغط S2 يكتمل مسار التيار للملف الكونتاكتور K1 فيدور المحرك جهة اليمين نتيجة لاتصال الطرف U1 مع كل من (L1, 1Z1) وكذلك الطرف U2 مع كلاً من (N, 2Z2).

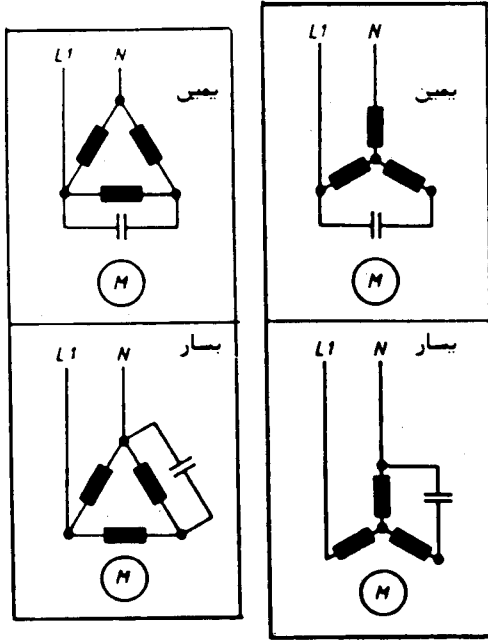
وعند الضغط على الضاغط S3 ينقطع مسار التيار لبوبينة K1 ويكتمل مسار التيار لبوبينة K2 ويدور المحرك جهة اليسار نتيجة لاتصال الطرف U1 مع كل من (L1, 2Z2) وكذلك الطرف U2 مع كل من (N, 1Z1).

ويمكن إيقاف المحرك بالضغط على الضاغط S1 سواء كان المحرك دائراً جهة اليمين أو جهة اليسار .



الشكل (٣ - ٦٣)

سنتيمت:



شكل (٣ - ٦٤)

الشكل (٣ - ٦٤) يبين دوائر استنميتز لتحويل المحركات الاستنتاجية ثلاثية الأوجه إلى أحادية الوجه. فالشكل (أ) يبين طريقة تحويل محرك ثلاثي الأوجه موصل دلتا إلى محرك أحادي الوجه وكيفية عكس حركته.

وكذلك فإن الشكل (ب) يبين طريقة تحويل محرك ثلاثي الأوجه موصل نجما إلى محرك أحادي الوجه وكذلك كيفية عكس حركته. وعموماً فإن سعة المكثفات المستخدمة

لتحويل المحركات ثلاثية الأوجه

إلى أحادية الوجه تعتمد على تردد المصدر وجهد الخط المستخدم لتشغيل المحرك الأحادي الوجه وقدرة المحرك بالكيلووات. علماً بأنه إذا كان جهد التشغيل للمحرك ثلاثي الأوجه Δ/Y هو 220/380V فإن ملفات المحرك توصل نجماً إذا كان جهد المصدر 220V وتتبع نفس الطريقة عند تحويل المحرك إلى محرك وجه واحد.

فإذا كان جهد المصدر 220V وصلت ملفات المحرك كما بالشكل (أ) وإذا كان جهد المصدر 380V وصلت ملفات المحرك كما بالشكل ب والجدول (٣-٢) يبين سعة المكثفات اللازمة لتحويل محرك ثلاثي الأوجه إلى أحادي الوجه عندما يكون تردد المصدر 50HZ أو 60HZ.

الجدول (٣ - ٢)

380	220	جهد التشغيل للمحرك أحادي الوجه بالفولت
20	70	سعة المكثف بالميكروفارد لكل كيلووات من قدرة المحرك

ملاحظات :

١ - الفقد عند اللاحمل للمحركات الثلاثية الأوجه والتي تعمل كأحادية الوجه كبيرة وينتج عن ذلك ارتفاع لدرجة حرارة المحرك .

٢ - تيار التشغيل للمحركات الاستنتاجية ثلاثية الأوجه والتي تعمل كأحادية الوجه، يختلف عن تيار التشغيل عندما تعمل كثلاثية الأوجه، أما عزم البدء عند التوصيل بمصدر أحادي الوجه يساوى من 20% إلى 30% من عزم البدء عند التوصيل بمصدر ثلاثي الأوجه، ويمكن زيادة عزم البدء عند توصيله بمصدر أحدى الوجه، وذلك باستخدام مكثف بدء يوصل بالتوازي معه مكثف التشغيل ويخرج من الدائرة عندما تصل سرعة المحرك إلى 80% من لسرعة المقننة، وذلك بواسطة مفتاح طارد مركزي حيث إن $C2=2C1$ و $C2$ هو مكثف البدء و $C1$ هو مكثف التشغيل .

٣ - لا تستخدم دوائر إستنميتر عادة إلا مع المحركات التى تقل قدرتها عن 2KW .

٣ / ١٠ - أجهزة البدء الإلكترونية للمحركات الاستنتاجية :

Solid - State Motor - Starters

بعد أن تعرفنا فى الفقرات السابقة على الأنظمة المختلفة لبدء المحركات الاستنتاجية جاء الدور لعرض أجهزة البدء الإلكترونية للمحركات الاستنتاجية ثلاثية

الأوجه لما لها من انتشار واسع فى مجال الصناعة .

وتقوم هذه الأجهزة بالتحكم فى جهد المصدر فتقلله عند البدء ليصل إلى $0.4V_n$ ثم يزداد الجهد تدريجياً وصولاً إلى جهد التشغيل العادى V_n وبهذه الطريقة يبدأ المحرك دورانه بنعومة وصولاً للسرعة المقننة .
وتزود هذه الأجهزة بأماكن لضبط كلاً من :

١ - زمن البدء والذى يتراوح ما بين (0.50:60S) حسب نوع الحمل .

٢ - أقصى قيمة لتيار البدء ويتراوح ما بين $(1: 4.5I_N)$.

٣ - تيار المحرك I_N .

ومن أهم الأنواع الموجودة فى الأسواق أجهزة GRADIVAR VR2 المصنعة بشركة تليميكنيك الفرنسية، وكذلك أجهزة SIKOSTART 3RW10 والمصنعة بشركة سيمنز الألمانية .

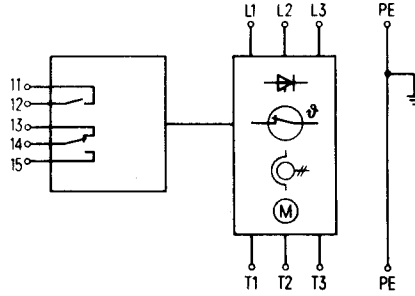
علماً بأنه يوجد أنواع من هذه الأجهزة لا تتحكم فى عمليات البدء فقط ولكن تتحكم فى عمليات التوقف أيضاً حيث تمنع عملية التوقف المفاجئ الذى يضر ببعض الاحمال بل تجعلها ناعمة وذلك بتقليل الجهد من الجهد الكامل إلى الصفر أثناء التوقف، ومن أهم مميزات أجهزة البدء الإلكترونية هى :

١ - زيادة عمر المحركات .

٢ - زيادة عدد مرات البدء فى الساعة بدون خوف .

٣ - التحكم فى منحنى خواص المحرك عند البدء ليناسب الحمل .

والشكل (٣ - ٦٥) يبين طريقة توصيل أجهزة البدء الإلكترونية SIKOSTART 3RW1025 مع المصدر والمحرك .



الشكل (٣ - ٦٥)

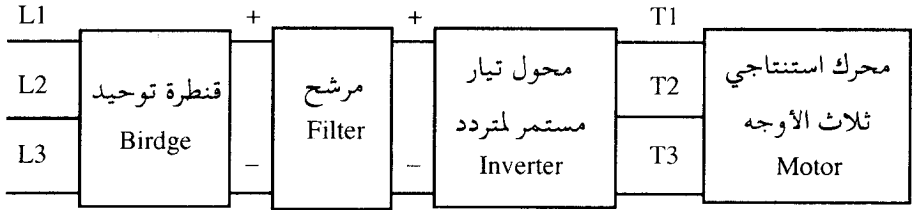
١١ / ٣ - الأجهزة الإلكترونية للتحكم فى سرعة المحركات :

Variable Speed Controllers

بعد أن تعرفنا فى الفقرات السابقة على الأنظمة المختلفة للحصول على سرعتين أو ثلاث أو أربع سرعات للمحركات الاستنتاجية ثلاثية الوجه جاء الدور لعرض الأجهزة الإلكترونية للتحكم فى سرعة المحركات الاستنتاجية للحصول على عدد لا نهائى من السرعات بسهولة ويسر. ويبنى عمل هذه الأجهزة على التحكم فى تردد المصدر للتحكم فى سرعة المحركات الاستنتاجية للحصول على عدد لا نهائى من السرعات بسهولة ويسر. ويبنى عمل هذه الأجهزة على التحكم فى تردد المصدر للتحكم فى سرعة المحركات والشكل (٣ - ٦٦) يبين العناصر الأساسية المكونة لهذه الأجهزة.

وهى :

- ١ - قنطرة توحيد Birdge لتحويل التيار المتغير لتيار مستمر سواء كان المصدر أحادى الوجه أو ثلاثى الوجه .



الشكل (٣ - ٦٦)

٢ - مرشح Filter لترشيح التيار المستمر الموحد .

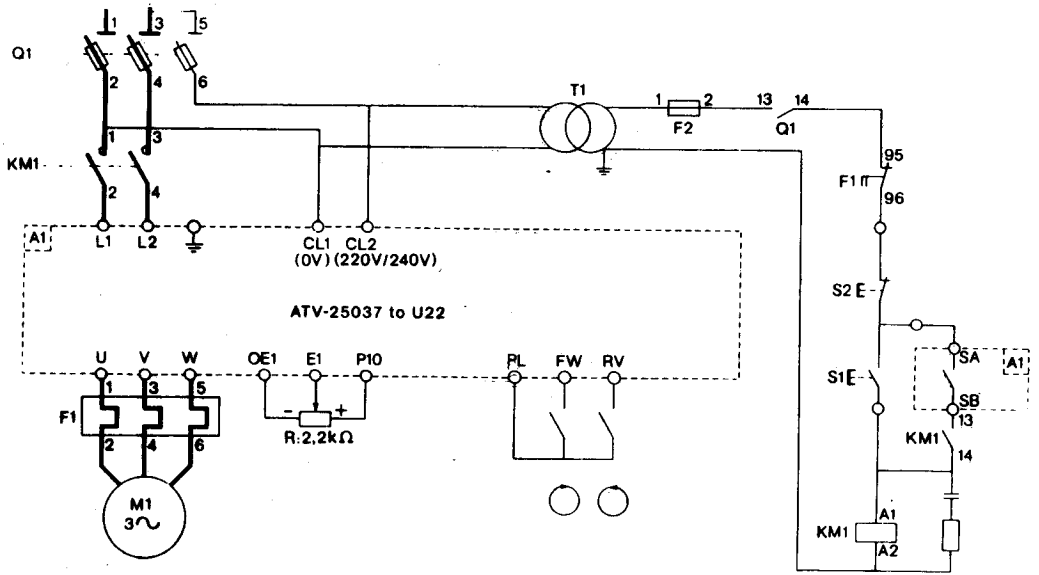
٣ - محول تيار مستمر لتيار متغير Inverter حيث يقوم بتحويل التيار المستمر إلى تيار متردد بالتردد المناسب للسرعة المطلوبة ويتراوح هذا التردد ما بين (1-67ZH).

وتستخدم أجهزة التحكم في السرعة الإلكترونية في قطاعات صناعية عديدة نذكر منها أجهزة تداول الخامات مثل النواقل وسيور النقل والأوناش وصناعة الغزل والنسيج وآلات الورش وماكينات التعبئة والضواغط الطاردة المركزية ... الخ.

ومن أهم الأنواع الموجودة في الأسواق أجهزة STATOVAR المصنعة بشركة تليميكنيك الفرنسية للتحكم في سرعة المحركات الاستنتاجية ثلاثية الأوجه ذات العضو الدوار الملفوف وكذلك أجهزة ALTIVAR المصنعة بشركة تليميكنيك الفرنسية للتحكم في سرعة المحركات الاستنتاجية الثلاثية الأوجه ذات القفص السنجابي، أما أجهزة ALTIVAR فتتواجد بصورتين هما:

١ - أجهزة تعمل بمصدر أحادي الوجه.

فتغذى هذه الأجهزة بمصدر أحادي الوجه 220/240V للتحكم في سرعة محرك استنتاجي يعمل عند جهد 380V وذلك عند دورانه اتجاه اليمين أو اتجاه اليسار والشكل (٣ - ٦٧) يعرض الدائرة الرئيسية ودائرة التحكم لمحرك يتم التحكم في بهذا النوع من الأجهزة.



الشكل (٣ - ٦٧)

محتويات الشكل السابق :

S2

ضاغط إيقاف A1 حاكم السرعة ALTIVAR.

S1

ضاغط التشغيل .

R

مجزى جهد لتحديد سرعة المحرك المطلوبة .

S3

ضاغط اختيار الدوران جهة اليمين .

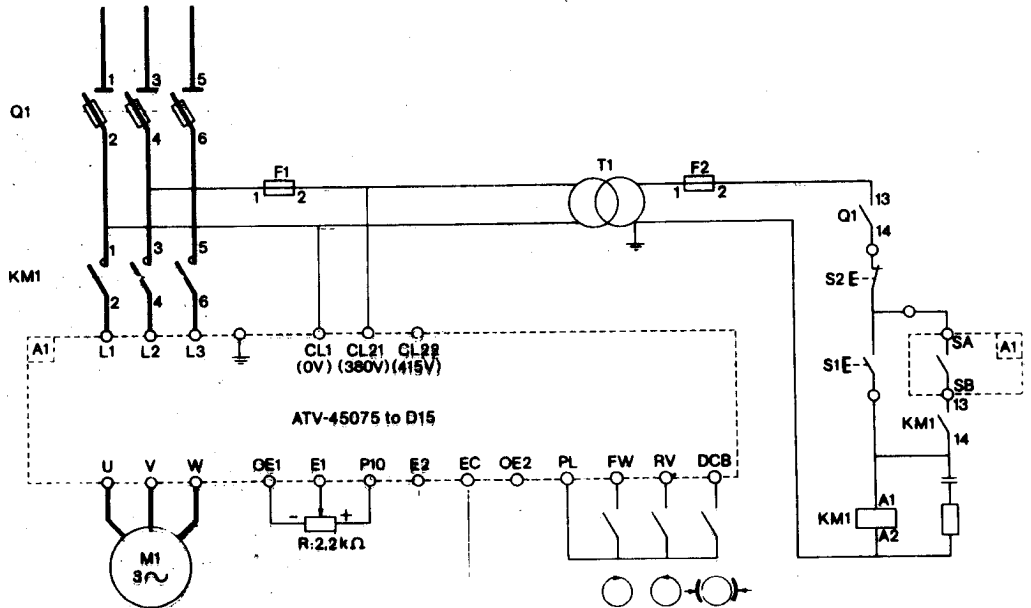
S4

ضاغط اختيار الدوران جهة اليسار .

٢ - أجهزة تعمل بمصدر ثلاثي الأوجه :

وتغذى هذه الأجهزة بمصدر ثلاثي الأوجه للتحكم فى سرعة محرك استنتاجى يعمل عند نفس جهد المصدر وذلك عند دروانه جهة اليمين أو اليسار وكذلك تقوم هذه الأجهزة بتوفير إمكانية توقف بفرملة المحرك بفرملة والشكل (٣ - ٦٨) يبين الدائرة

الرئيسية ودائرة التحكم لمحرك يتم التحكم فيه بأجهزة ALTIVAR تعمل بمصدر ثلاثي الأوجه 380 V/415V, 50/60 Hz .



الشكل (٣ - ٦٨)

لا تختلف محتويات الشكل (٣ - ٦٨) عن الشكل (٣ - ٦٧) إلا في إضافة الضاغط SS وهو ضاغط فرملة المحرك وتمتاز هذه الأجهزة بتوفير معظم أنواع الحماية المطلوبة للمحرك مثل حماية ضد القصر وزيادة ونقص الجهد وزيادة الحمل .

الباب الرابع

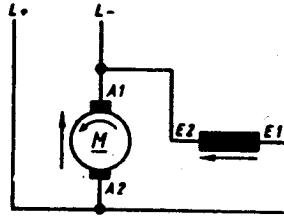
دوائر محركات التيار المستمر والمحركات التزامنية

دوائر محركات التيار المستمر والمحركات التزامنية

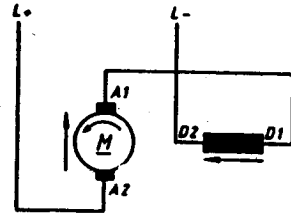
١ / ٤ - محركات التيار المستمر:

تعتمد خواص محركات التيار المستمر على طريقة توصيل ملفات المجال مع أطراف عضو الاستنتاج والشكل (١-٤) يوضح الأنواع المختلفة لمحركات التيار المستمر تبعاً لطريقة توصيلها وهي:

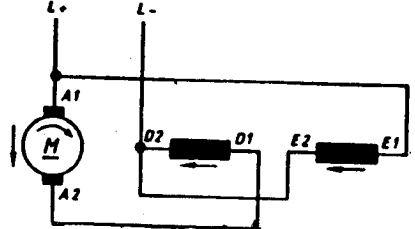
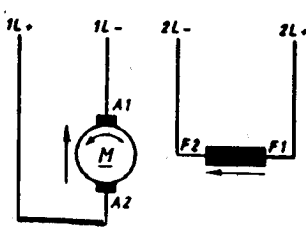
- أ - محرك التوازي .
- ب - محرك التوالي .
- ج - المحرك ذو المجال المنفصل .
- د - المحرك المركب .



محرك التوازي

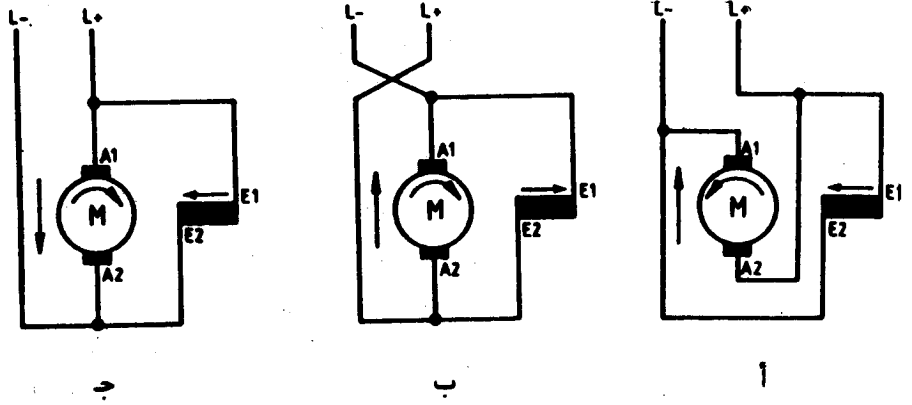


محرك التوالي



الشكل (١-٤)

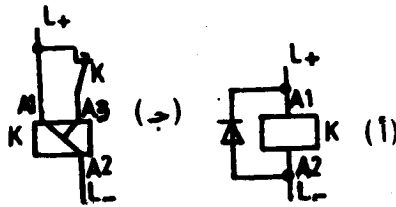
ولعكس اتجاه دوران التيار المستمر يجب عكس قطبي التيار المار في عضو الاستنتاج أو عكس قطبية التيار المار في ملفات المجال. والشكل (٤-١٢) يبين طريقة توصيل ملفات المجال مع عضو الاستنتاج بالمصدر الكهربى لإدارة محرك التوازي. أما الشكل (٤-٢) يبين كيفية عكس قطبية التيار المار في ملفات عضو الاستنتاج لعكس اتجاه دوران المحرك.



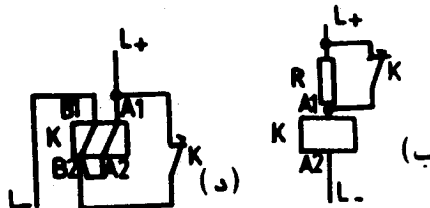
الشكل (٤-٢)

٤ / ١ / ١ - المفاتيح الكهرومغناطيسية العاملة بالتيار المستمر:
يندرج تحت المفاتيح الكهرومغناطيسية العاملة بالتيار المستمر ما يلي:

١- الكونتاكتورات العاملة بالتيار المستمر



٢- الريليات العاملة بالتيار المستمر



ولمعرفة المزيد عن المفاتيح الكهرومغناطيسية ارجع للفقرة ٥ / ١، ١ / ٤ / ١.

والشكل (٤-٣) يبين الأنواع المختلفة للمفاتيح الكهرومغناطيسية العاملة بالتيار المستمر وهم كالاتى:

الشكل (٤-٣)

١ - مفتاح كهرومغناطيسى بدايود الحدافة ويقوم هذا الدايدو بتفريغ شحنة ملف المفتاح عند فصل التيار الكهربى عنه، لمنع حدوث قوس كهربى عند مكان الفصل كما بالشكل (١).

ب - مفتاح كهرومغناطيسى بمقاومة توفير وتقصّر هذه المقاومة بريشة مغلقة من المفتاح الكهرومغناطيسى وهذه الريشة تؤخر عند الفتح، وعند وصول تيار كهربى للملف المفتاح فإن جهد المصدر سوف يسلط على أطراف الملف A1, A2، فيمر تيار مغنطة كبير قادر على إتمام تشغيل المفتاح الكهرومغناطيسى، ويسمى هذا التيار (تيار التلقيط) وبعد مرور فترة زمنية من التشغيل تفتح الريشة المغلقة التى تقصّر المقاومة، فتصبح مقاومة التوفير على التوالى مع الملف فينقطع جزء كبير من جهد التحكم فى هذه المقاومة (R) وبالتالي يقل تيار المغنطة، ولكنه على كل حال كاف لاستمرار تشغيل المفتاح، ويسمى هذا التيار عادة تيار الإمساك، والنسبة بين تيار التلقيط إلى تيار الإمساك تساوى 1:15، وأهم وظائف مقاومة التوفير هى منع ارتفاع درجة حرارة ملف المفتاح الكهرومغناطيسى.

ج - مفتاح كهرومغناطيسى A2-A3 بملف له نقطة منتصف، حيث توصل نقطة المنتصف للملف A3 ببداية الملف A1 من خلال ريشة مغلقة للمفتاح تتأخر عند الفتح، وعند توصيل ملف المفتاح الكهرومغناطيسى بمصدر الجهد فإن الجهد فى البداية سوف يسلط على شق الملف A2-A3، فيمر تيار مغنطة كبير قادر على تشغيل المفتاح ويسمى هذا التيار تيار التلقيط، وبعد مرور فترة زمنية من لحظة عمل المفتاح تفتح ريشة المفتاح المغلقة ذات التأخير الزمنى التى تصل النقطة A1 بالنقطة A3، وبالتالي يصبح جهد التحكم مسلطاً على الملف بأكمله فيقل تيار المغنطة، ولكنه كاف للمحافظة على استمرارية التشغيل، ويسمى هذا التيار تيار الإمساك والنسبة بين تيار التلقيط : تيار الإمساك هى 1:15 أيضاً.

د - مفتاح كهرومغناطيسى بمفولين منفصلين حيث توصل نهاية الملف الأول بنهاية الملف الثانى، ويقصّر الطرف A1 مع الطرف المشترك A2-B2 بواسطة ريشة مغلقة تتأخر عند الفتح للمفتاح وعند توصيل الطرف A1 والطرف B1 بالمصدر الكهربى يكون جهد التحكم مسلطاً على الملف الثانى فقط B1- B2 فيمر تيار التلقيط اللازم لتشغيل المفتاح الكهرومغناطيسى، وبعد تأخير زمنى تفتح الريشة التى تصل الطرف A1 مع الطرف المشترك A1- B2 فيصبح ملفا المفتاح

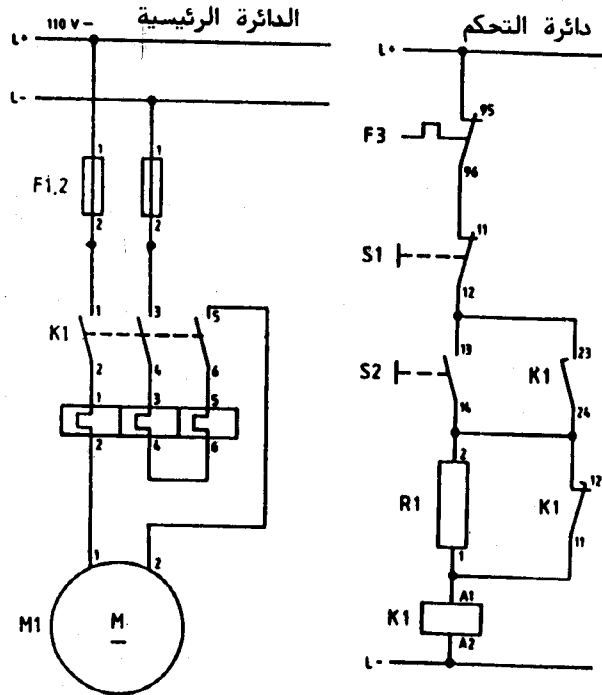
الكهرومغناطيسى موصلين على التوالى فيمر تيار الإمساك الذى يحافظ على استمرارية التشغيل .

٤ / ١ / ٢ - التحكم فى تشغيل محرك تيار مستمر نوع التوازى :

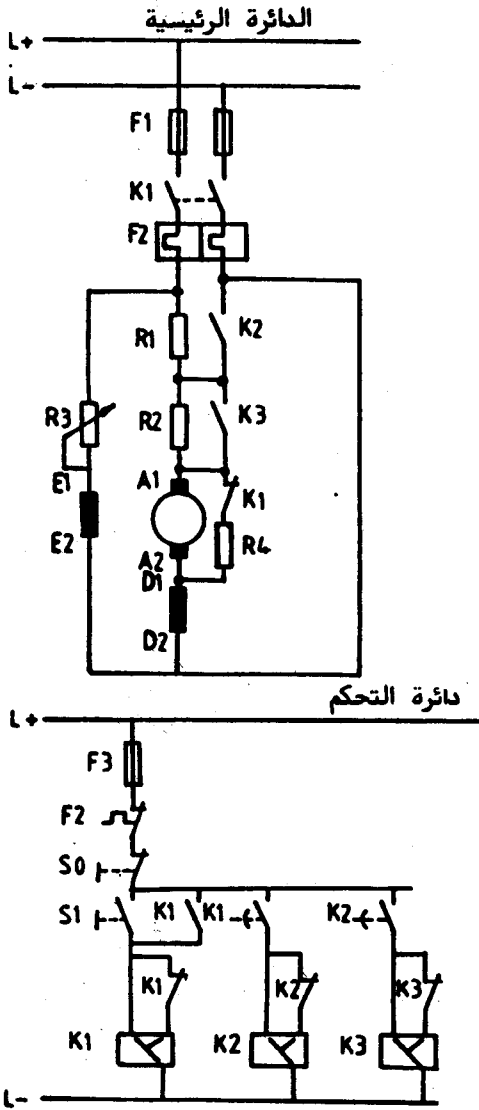
فى الشكل (٤-٤) الدائرة الرئيسية ودائرة التحكم لتشغيل محرك تيار مستمر نوع التوازى .

نظرية التشغيل :

عند الضغط على الضاغط S1 يكتمل مسار التيار للملف الكونتاكتور K1 فيتمغمت ويدور المحرك وبعد تأخير زمنى تفتح الريشة K1 التى تقصر المقاومة R، فتصبح المقاومة على التوالى مع الملف فيقل تيار المغنطة للملف، وبالتالي لا ترتفع درجة حرارة الملف . ويمكن إيقاف المحرك بواسطة الضاغط S0 .



الشكل (٤-٤)



الشكل (٥-٤)

٤ / ١ / ٣ - بدء حركة محرك
تيار مستمر مركب :

الدائرة الرئيسية ودائرة التحكم
موضحة بالشكل (٤-٥) .

نظرية التشغيل :

عند الضغط على الضاغط S1
يكتتمل مسار التيار لملف K1،
فيعمل المحرك ويدور المحرك ولكن
مع وجود مقاومتين على التوالي
مع عضو الاستنتاج، فيقل تيار
البدء للمحرك ويمسك مسار
التيار ذاتياً لملف K1 بواسطة ريشة
التغذية الذاتية للكونتاكتور،
وبعد مرور الزمن المعايير عليه
المؤقت الهوائي المثبت على
الكونتاكتور K1 تنغلق الريشة
المفتوحة للمؤقت الهوائي
فيكتمل مسار التيار لملف K2،
فيقوم الكونتاكتور K2 بعمل
قصر على المقاومة R1 فتخرج
هذه المقاومة من دائرة المحرك،
وبعد مرور الزمن المعايير عليه المؤقت

الزمنى الهوائي المثبت على الكونتاكتور K2. تنغلق ريشته المفتوحة فيكتمل مسار
التيار لملف K3 فيقوم الكونتاكتور K3 بعمل قصر على المقاومة R2، فتخرج هذه
المقاومة هي الأخرى ضمن دائرة المحرك، وبالتالي تكون المقاومتان قد خرجتا من دائرة
المحرك. وعند الضغط على الضاغط S0 ينقطع مسار التيار للملفات الكونتاكتور K1،

K2, K3 فيتوقف المحرك بفرملة نتيجة لدخول المقاومة R4 بالتوازي مع عضو الاستنتاج.

علمًا بأنه يمكن تغيير سرعة المحرك أثناء الدوران العادى بواسطة المقاومة K3.

ملاحظة:

الكونتاكتورات المستخدمة فى دائرة التحكم السابقة بملف له نقطة منتصف، وبالطبع فإن فكرة عملها سبق وأن تناولناها فى الفقرة ١/١/٤.

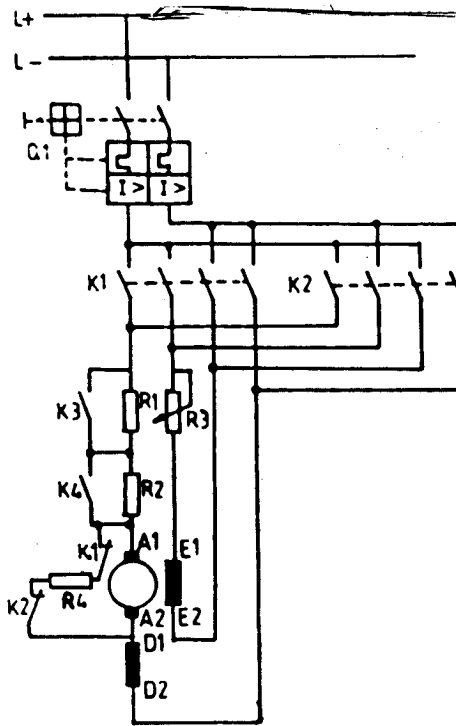
٤/١/٤ - عكس حركة محرك مركب يبدأ بمقاومة بدء:

الدائرة الرئيسية ودائرة التحكم موضحة بالشكل (٤-٦).

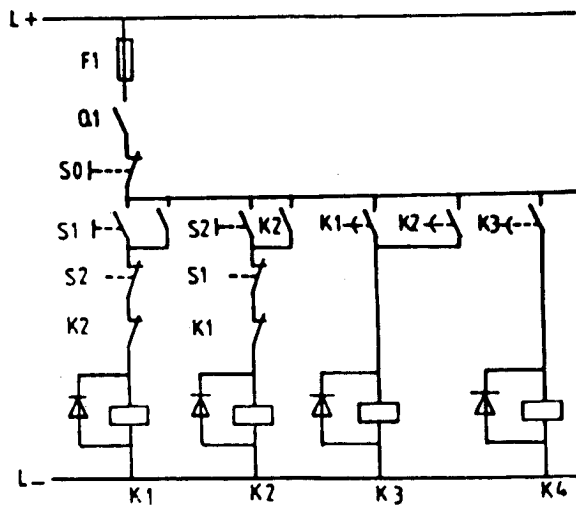
نظرية التشغيل:

عند الضغط على الضاغط S1 يكتمل مسار التيار للملف الكونتاكتور K1، فيتمغنط ويحدث إمساك ذاتى لمسار التيار للملف بواسطة ريشة التغذية الذاتية للكونتاكتور، وفى نفس الوقت يدور المحرك مع دخول مقاومات البدء على التوالى مع عضو الاستنتاج فيقل تيار البدء، فيقل تيار البدء نتيجة لذلك وبعد مرور الزمن المعايير عليه المؤقت الهوائى المثبت على الكونتاكتور K1، يكتمل مسار التيار للملف الكونتاكتور K3 فيتمغنط ويعمل الكونتاكتور K3 على إحداث قصر على المقاومة R1 وبعد مرور الزمن المعايير عليه المؤقت الهوائى المثبت على الكونتاكتور K3. يكتمل مسار التيار للملف الكونتاكتور K4 فيتمغنط ويعمل الكونتاكتور على إحداث قصر على المقاومة R2 وبالتالى تكون المقاومتان قد خرجتا من دائرة المحرك.

ويمكن عكس حركة المحرك مباشرة بالضغط على الضاغط S2، ويمكن إيقاف المحرك بالضغط على الضاغط S0 فيتوقف المحرك ولكن بفرملة نتيجة لدخول المقاومة R4 بالتوازي مع عضو الاستنتاج، علمًا بأنه يمكن التحكم فى سرعة المحرك بالتحكم فى قيمة المقاومة R3.



دائرة التحكم



الشكل (٦-٤)

٤ / ٢ - المحركات التزامنية :

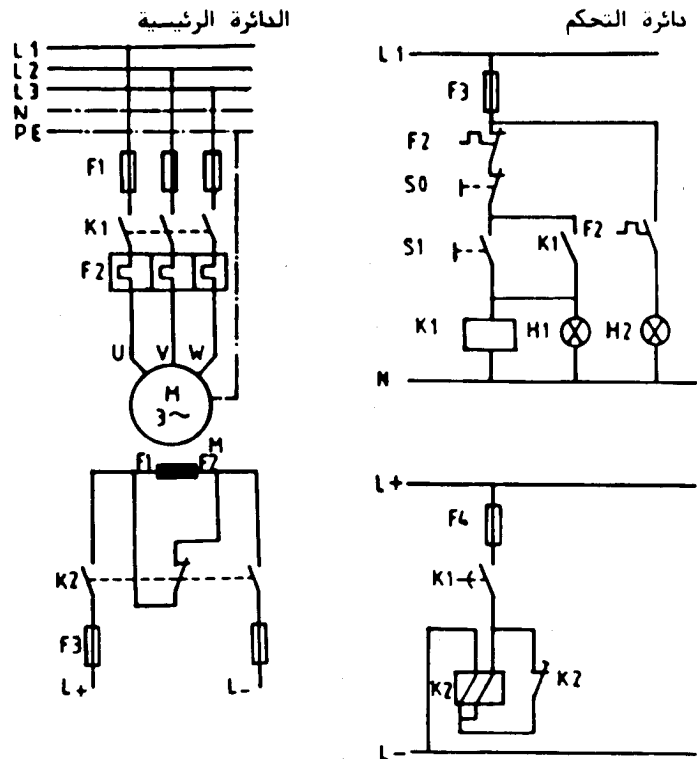
تعد المحركات التزامنية أحد العناصر الهامة المستخدمة فى تحسين معامل القدرة فى الصناعة فبالإضافة إلى أنها تقوم بإدارة الأحمال التى تحتاج إلى سرعة ثابتة لا تتأثر بتغير الأحمال فإنها تقوم أيضاً بتحسين معامل القدرة للمصنع، وذلك بالتحكم فى شدة تيار المجال للمحركات التزامنية، ومن المعروف أن المحرك التزامنى يتكون من عضو ثابت يحمل ملفات التيار المتردد ثلاثية الأوجه أو أحادية الوجه، أما العضو الدوار فيحمل ملفات المجال والتى تغذى بالتيار المستمر فإذا كان تيار المجال معتدلاً كان معامل القدرة للمحرك الوحده وإذا كان تيار المجال منخفضاً كان معامل القدرة للمحرك متأخراً أما إذا كان تيار المجال زائداً كان معامل القدرة للمحرك متقدماً وبهذه الطريقة يمكن التحكم فى معامل القدرة للمحركات التزامنية، وبالطبع هذا غير متوفر فى المحركات الاستنتاجية لأن معامل قدرتها متأخر دائماً، وعادة تصمم المحركات التزامنية للبدء كمحرك استنتاجى، ثم تدور كمحرك تزامنى وعموماً فإن دوائر المحركات التزامنية لا تختلف عن دوائر المحركات الاستنتاجية ذات القفص السنجابى عدا أنها تحتاج لدائرة رئيسية ودائرة تحكم لتشغيل ملفات المجال .

وفى الشكل (٤-٧) الدائرة الرئيسية ودائرة التحكم لتشغيل وإيقاف محرك تزامنى ثلاثى الأوجه .

نظرية التشغيل :

عند الضغط على الضاغط S1 يكتمل مسار التيار ملف K1 فيتمغنط ويعمل الكونتاكتور، فتوصل أطراف العضو الثابت للمحرك بالمصدر الكهربى وفى نفس الوقت فإن ملفات المجال تكون مقصورة بواسطة K2، فيدور المحرك كما لو كان محركاً استنتاجياً ذا قفص سنجابى وبعد انتهاء الزمن المعايير عليه المؤقت الهوائى المثبت على K1 يعمل المؤقت فيغلق ريشته الموصلة بالتوالى مع ملف K2 فيعمل الكونتاكتور ويزال القصر عن ملفات المجال، وتتصل أطراف المجال بأطراف مصدر التيار المستمر ويدور المحرك فى هذه الحالة كمحرك تزامنى . علماً بأن فكرة عمل الكونتاكتور ذات

الملفين سبق وأن شرحت في الفقرة ١/١/٤.



الشكل (٧-٤)

الباب الخامس

تحسين معامل القدرة فى الصناعة

تحسين معامل القدرة فى الصناعة

١ / ٥ - مقدمة :

حتى يتسنى لنا استيعاب الطرق المختلفة لتحسين معامل القدرة يجب أولاً أن نتعرف على بعض المصطلحات الفنية وهى :

أ - القدرة الظاهرية (S) : وهى القدرة الكلية المسحوبة من محطة التوليد إلى المصنع ومنها يمكن تحديد مساحة مقطع كابلات التغذية للمصنع .

ب - القدرة الفعالة (P) : وهى القدرة المستفادة بالفعل والتي تتحول إلى صور أخرى للقدرة مثل القدرة الميكانيكية والقدرة الحرارية .. الخ .

ج - القدرة الغير فعالة Q : وهى قدرة تسحب بواسطة الملفات والمكثفات ولا يستفاد منها .

والعلاقة بين هذه القدرات تتضح من هذا القانون .

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

د - معامل القدرة (COSφ) : وهو النسبة بين القدرة الفعالة والقدرة الظاهرية .

$$\text{COS}\phi = \frac{P}{S}$$

وعادة يكون أصغر من أو يساوى واحداً و الحالة المثالية عندما يكون معامل القدرة مساوياً الواحد ويعنى هذا أن القدرة الغير فعالة منعدمة تماماً ومساوية للصفر وأن القدرة الظاهرية تساوى القدرة الفعالة . ومن المعروف أن معامل القدرة السيئ (الأصغر كثيراً من الواحد) يضر بمحطات التوليد حيث يضيع جزء كبير من قدرة المحطة بدون فائدة لذا فإن شركات الكهرباء تقوم بفرض جزاءات شديدة على المصانع التى تعمل بمعامل قدرة سيئ .

وعادة فإن المصانع تسحب قدرة غير فعالة متأخرة نتيجة لأحمال الإضاءة والمحركات الاستنتاجية ولما كانت القدرة الغير فعالة المحصلة تساوى الفرق بين القدرة الغير فعالة المتأخرة والقدرة الغير فعالة المتقدمة للأحمال، لذا كان من الممكن تقليل القدرة الغير فعالة للمصانع بإضافة أحمال تسحب قدرة غير فعالة متقدمة مثل

المكثفات وأيضاً المحركات التزامنية عندما يكون تيار المجال لها زائداً.

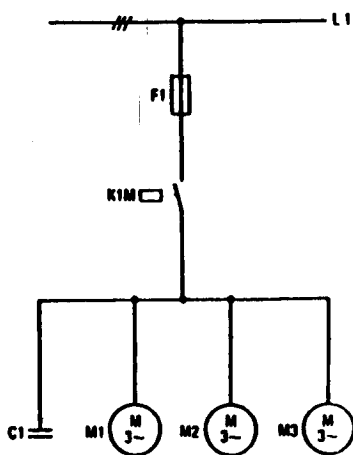
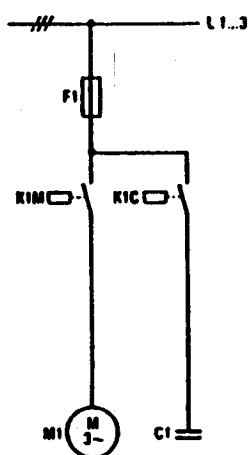
٥ / ٢ - طرق تحسين معامل القدرة فى الصناعة :

هناك ثلاثة طرق لتحسين معامل القدرة فى المصانع وهم كالاتى :

١ - تحسين معامل القدرة لكل حمل بمفرده .

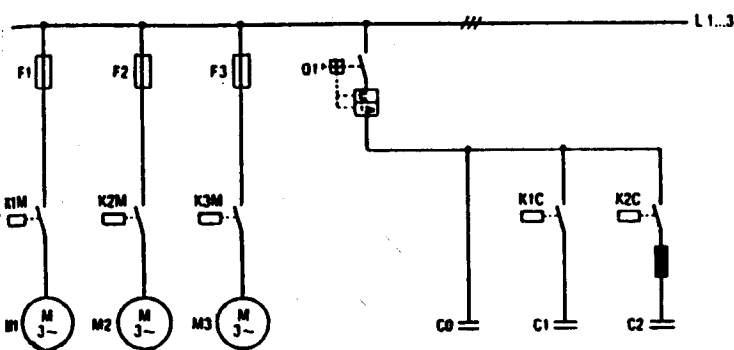
٢ - تحسين معامل القدرة لمجموعة أحمال .

٣ - تحسين معامل القدرة المركزى ويتم ذلك يدوياً أو أوتوماتيكياً .



تحسين معامل قدرة لمجموعة احمال

تحسين معامل قدرة لمحرك واحد



الشكل (٥-١)

والشكل (١-٥) يبين مخططاً أحادى الخط لهذه الطرق المختلفة لتحسين معامل القدرة.

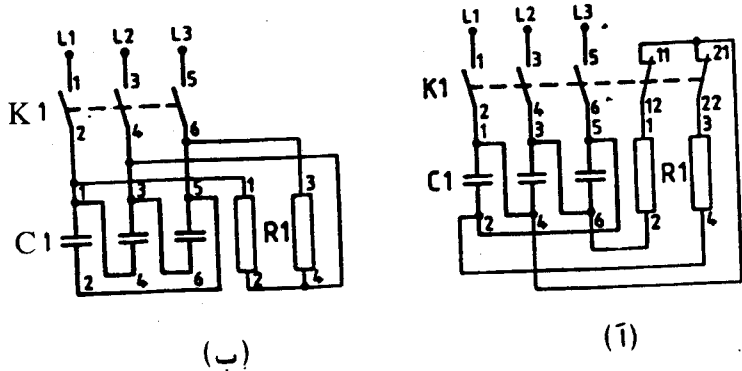
وعادة فإن المكثفات توصل كمجموعات على شكل دلتا في الدوائر الثلاثية الوجه.

وعند فصل المكثفات من الدائرة الكهربائية يجب أن تفرغ من شحنتها وذلك بواسطة:

١ - مقاومات توصل بإحدى الطريقتين الموضحتين في الشكل (٥-٢ أ، ب) وذلك لحماية الفنيين القائمين بأعمال الصيانة من الصدمة الكهربائية عند عمل صيانة لهذه المكثفات، وكذلك لمنع انعكاس الأوجه عند توصيل المكثفات مرة أخرى بالشبكة.

والفرق بين الشكل (أ، ب) هو أن مقاومات التفريغ المستخدمة في الشكل أ توصل مع مجموعة المكثفات عند فصل التيار الكهربى فقط أما مقاومات التفريغ المستخدمة في الشكل ب توصل مع مجموعة المكثفات باستمرار ومن الواضح أن الفقد في المقاومات في الحالة أ منعدم أثناء التشغيل وهذا أفضل من الناحية الاقتصادية.

٢ - ملفات توصل بنفس الطريقة التى سبق شرحها عند توصيل المقاومات مع مجموعة المكثفات في الشكل (٥-٢ أ، ب).

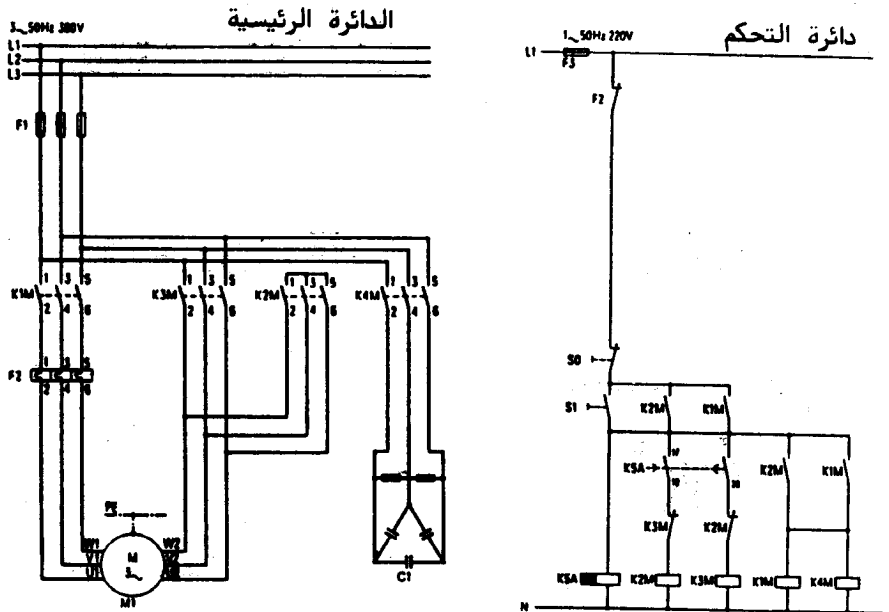


الشكل (٥-٢)

٥ / ٣ - تحسين معامل القدرة لمحرك يبدء حركته نجما - دلتا :

ويعتبر تحسين معامل القدرة لمحرك يبدء حركته نجما - دلتا مثال لتحسين معامل القدرة لكل حمل بمفرده حيث تدخل مجموعة المكثفات على التوازي مع المحرك أثناء تشغيله فقط .

والشكل (٥-٣) يبين الدائرة الرئيسية ودائرة التحكم لبدء حركة محرك نجما - دلتا مع دخول مجموعة مكثفات لتحسين معامل القدرة للمحرك .



الشكل (٥-٣)

نظرية التشغيل :

عند الضغط على الضاغط S1 يكتمل مسار التيار للمؤقت K5A فيغلق المؤقت ريشته K5A/17-18 ويكتمل مسار الكونتاكتور K2M وتباعاً يكتمل مسار التيار

لكلاً من K4M, K1M ويدور المحرك وملفاته موصلة نجما ووحدة تحسين معامل القدرة موصلة مع المحرك على التوازي وبعد مرور زمن البدء (الزمن المعايير عليه المؤقت K5A) تفتح الريشة K5A/17-18 فينقطع مسار التيار عن K2M، ويدور المحرك بعزم القصور الذاتي له بينما تغلق الريشة K5A/17-28 بتأخير زمني (50 مللى ثانية + t) فيكتمل مسار التيار لبوبينة K3M ويدور المحرك وملفاته موصلة دلتا ويمكن إيقاف المحرك بالضاغط S0.

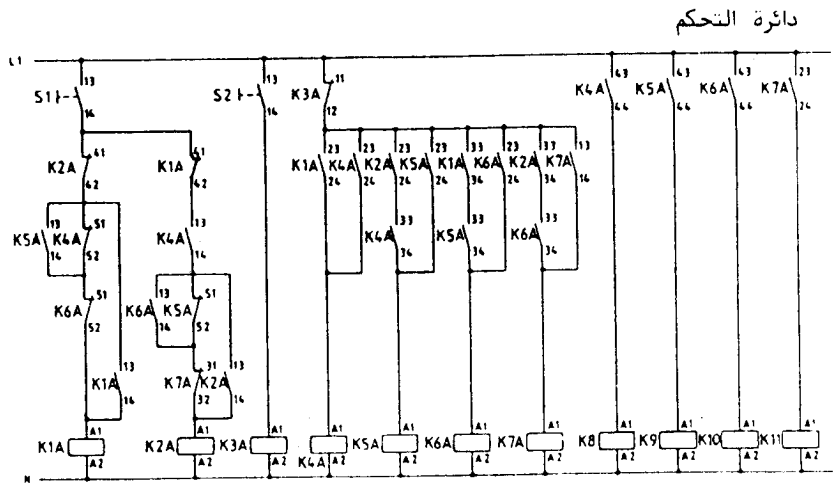
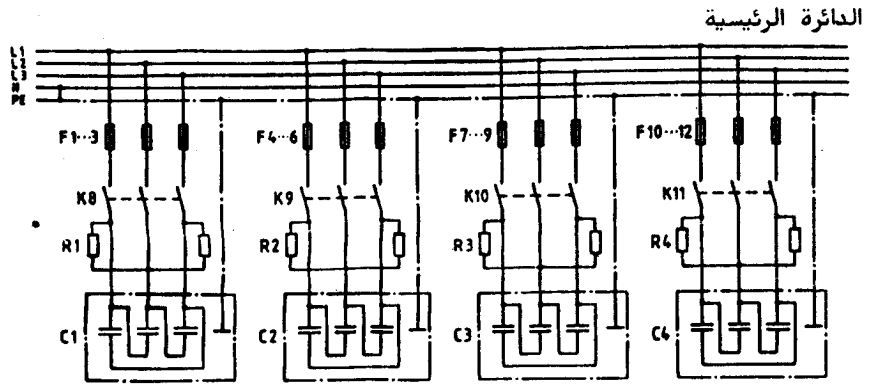
٥ / ٤ - تحسين معامل القدرة مركزياً ويدوياً :

عادة تحتوى هذه الوحدات على ضاغطى تشغيل وجهاز معامل قدرة . أما ضاغطا التشغيل فأحدهما لإدخال مجموعات المكثفات والآخر لإخراج مجموعات المكثفات والآخر . ولتشغيل هذه الوحدات يقوم المشغل بمتابعة قيمة معامل القدرة للمنشأة الصناعية من خلال جهاز معامل القدرة فإذا كان معامل القدرة منخفضاً يقوم بالضغط على ضاغط الإدخال مرة واحدة فتدخل مجموعة المكثفات C1 وإذا كان معامل القدرة للمصنع مازال منخفضاً يقوم المشغل بالضغط مرة ثانية على ضاغط الإدخال فتدخل المجموعة C2 وهكذا إلى أن يصبح معامل القدرة للمصنع قريباً جداً من الواحد . أما عند خروج مجموعة من الأحمال فإن معامل القدرة يتحول من متأخر إلى متقدم وفى هذه الحالة يقوم المشغل بالضغط على ضاغط الإخراج فتخرج جميع مجموعات المكثفات ثم بعد ذلك يضغط على ضاغط الإدخال عدة مرات إلى أن يعود معامل القدرة متأخر وقريب من الواحد . والشكل (٥-٤) يبين الدائرة الرئيسية ودائرة التحكم لإحدى الوحدات المركزية لتحسين معامل القدرة يدوياً .

نظرية التشغيل :

عند الضغط على ضاغط الإدخال S1 يكتمل مسار التيار للريلاي K1A وتبعاً للريلاي K4A ثم للكونتاكتور K8 وتدخل المجموعة C1، وعند الضغط مرة ثانية على S1 يكتمل مسار التيار للريلاي K2A وتبعاً للريلاي K5A ثم للكونتاكتور K9 وتدخل المجموعة C2، وعند الضغط مرة ثالثة على S1 يكتمل مسار التيار للريلاي K1A وتبعاً للريلاي K6A ثم للكونتاكتور K10 وتدخل المجموعة C3 وعند الضغط

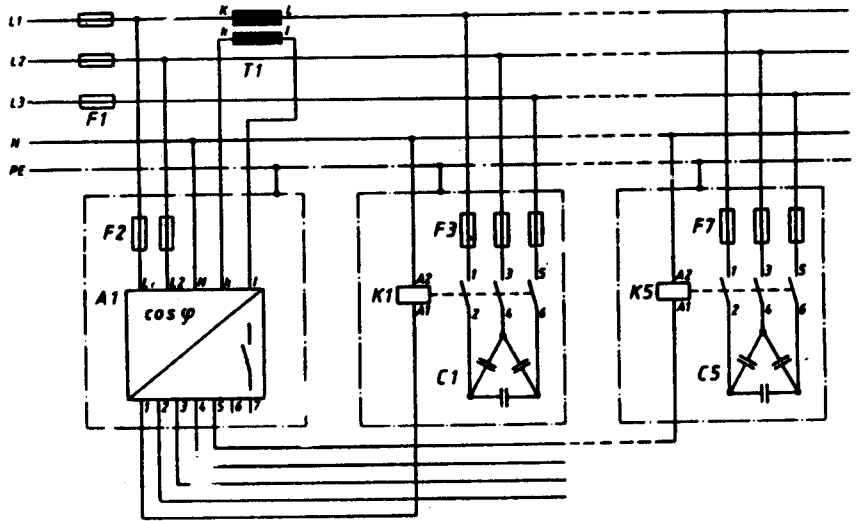
للمرة الرابعة على S1 يكتمل مسار التيار للريلاي K2A وتباعاً K7A ثم للكونتاكتور K11 وتدخل المجموعة C4 وعند الضغط على ضاغط الإخراج S2 يكتمل مسار التيار للريلاي K3A وتباعاً ينقطع مسار التيار عن الريليهات K4A, K5A, K6A, K7A ثم للكونتاكتورات K8, K9, K10, K11 وبالتالي تخرج المجموعات C1, C2, C3, C4.



الشكل (٤-٥)

٥ / ٥ - تحسين معامل القدرة مركزياً وأتوماتيكياً :

يستخدم فى وحدات تحسين معامل القدرة التى تعمل أتوماتيكياً متمم معامل القدرة Power Factor Relay، ويقوم هذا المتمم باستشعار معامل القدرة للمصنع ومن ثم يقوم بإدخال مجموعات المكثفات على الشبكة وإخراجها إذا لزم الأمر وصولاً لمعامل قدرة قريب إلى حد كبير من الواحد والشكل (٥-٥) يوضح المخطط الكهربى لأحد وحدات تحسين معامل القدرة الأتوماتيكية.



الشكل (٥-٥)

علماً بأن متمم معامل القدرة يحصل على إشارة جهد من خلال الأطراف L1، L2، N ويحصل على إشارة تيار من خلال الأطراف K، L، كما أن إشارة التيار عادة يتم الحصول عليها بواسطة محول تيار لأن تيار الشبكة كبير.

وكما هو واضح من الشكل (٥-٥) أن الطرف 1 لمتمم معامل القدرة موصل بملف K1 وكذلك الطرف 2 موصل بملف K2 وهكذا.

علماً بأن عدد مجموعات المكثفات التى يدخلها متمم معامل القدرة على الشبكة يعتمد على معامل القدرة للشبكة وكذلك على القدرة المسحوبة من الشبكة.

الباب السادس

مصادر القدرة الاحتياطية

مصادر القدرة الاحتياطية

٦ / ١ مقدمة:

تقوم مصادر القدرة الاحتياطية بتغذية الأحمال عند انقطاع مصدر القدرة الأساسى، وتنقسم هذه الأحمال لثلاثة أنواع من حيث أكبر زمن تتحملة بدون تيار كهربى وهو الزمن المار من لحظة انقطاع المصدر الأساسى إلى لحظة دخول المصدر الاحتياطى فى الخدمة وهم:

أ- أحمال عامة تحتاج لمصدر قدرة احتياطى يكون جاهزاً للخدمة عند انقطاع مصدر القدرة الأساسى فى خلال عدة ثوانٍ.

ب- أحمال خاصة لا تتحمل انقطاع التيار الكهربى عنها أكثر من 0.5 ثانية.

ج- أحمال لا تتحمل انقطاع التيار الكهربى عنها ولذلك تستخدم مصادر قدرة احتياطية تكون جاهزة للخدمة فى نفس اللحظة التى ينقطع فيها المصدر الأساسى بدون أى تأخير زمنى ويقال إن هذه الأحمال تحتاج إلى مصادر قدرة لا تنقطع (UPS).

وتستخدم مصادر القدرة الاحتياطية لأحد الأغراض الآتية:

أ- تغذية أحمال ثابتة طوال الوقت كما فى الأماكن النائية التى يصعب وصول التيار الكهربى لها من خلال الشبكة الموحدة.

ب- تغذية أحمال وقت الذروة مع المصدر الأساسى.

ج- كمصدر طوارئ لتغذية الأحمال الضرورية خلال فترات قصيرة عند انقطاع مصدر القدرة الأساسى.

د- كمصدر طوارئ لتغذية الأحمال كلها عند انقطاع مصدر القدرة الأساسى.

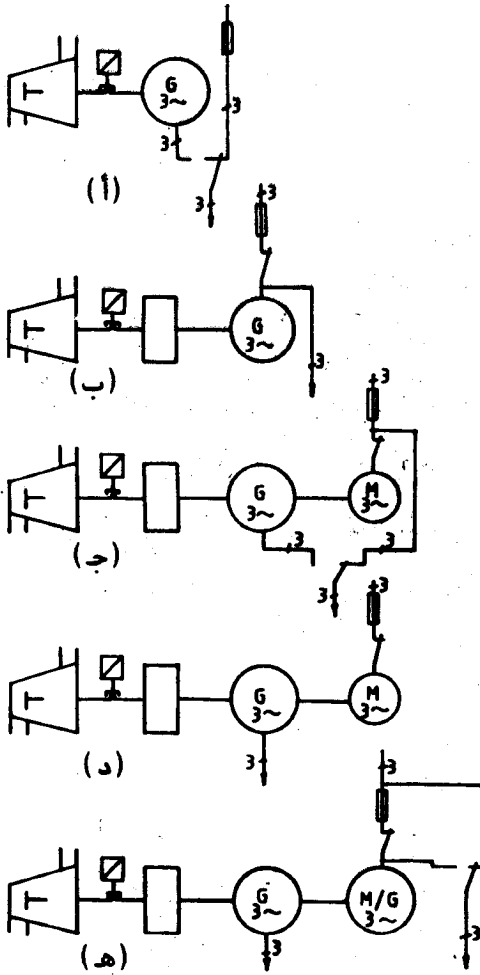
٦ / ٢ - مصادر القدرة الاحتياطية الدوارة:

تتكون مصادر القدرة الاحتياطية الدوارة من آلة احتراق داخلى أو توربينة غازية

تدير مولد تزامنى، ومن الناحية الاقتصادية فإن آلة الاحتراق الداخلى أفضل عند السعات الأقل من 2MVA. وتعمل هذه المصادر يدوياً أو أوتوماتيكياً ويوجد عدة أنظمة مختلفة لتشغيل المصادر الاحتياطية الدوارة وهى كالآتى:

أ- عند انقطاع مصدر القدرة الأساسى عن الاحمال تدخل الوحدة الاحتياطية فى الخدمة بعد تأخير زمنى مقداره (6:12S) أوتوماتيكياً، حيث يستخدم مجموعة من البطاريات لإدارة آلة الاحتراق الداخلى. وهذا النظام موضح بالشكل (٦-١).

ب- يستخدم مولد تزامنى يعمل كمحرك تزامنى لإدارة حدافة وذلك عند وجود



الشكل (٦-١)

مصدر القدرة الأساسى وبمجرد انقطاع مصدر القدرة الأساسى يعود ليعمل كمولد تزامنى، حيث يقوم كلاتش كهرومغناطيس بالربط بين المولد والحدافة وآلة الاحتراق الداخلى. ويحتاج هذا النظام لدخوله الخدمة إلى 0.5 إلى 2 ثانية وهذا النظام موضح بالشكل (٦-١ ب).

ج- يدور المولد مع حدافة أثناء تواجد مصدر القدرة الأساسى بواسطة محرك استنتاجى صغير ثلاثى الأوجه، وبمجرد انقطاع مصدر القدرة الأساسى يقوم كلاتش كهرومغناطيس بالربط بين الحدافة والمولد وآلة الاحتراق الداخلى ويحتاج

ويحتاج هذا النظام لدخوله للخدمة زمن مقداره يتراوح ما بين 0.5 إلى 2 ثانية وهذا موضع بالشكل (٦-١ ج).

د- يدور المولد مع الحدافة بواسطة محرك كهربى كبير يغذى من مصدر القدرة الأساسى وتغذى الأحمال من المولد مباشرة والذي يعمل طوال الوقت وعند انقطاع مصدر القدرة الأساسى يستمر دوران المولد بواسطة الطاقة المختزنة فى الحدافة، وفى نفس الوقت يقوم كلاتش كهرومغناطيسى بالربط الميكانيكى بين الحدافة، والمولد والمحرك وآلة الاحتراق الداخلى، وبذلك فإن التيار الكهربى لن ينقطع عن الأحمال أبداً.

وهناك طريقتان لإدارة المولد فى هذا النظام وهما:

الطريقة الأولى:

استخدام محرك استنتاجى كبير إذا كان مقدار الانحراف المسموح به فى التردد يصل إلى $\pm 6\%$ وهذا موضع بالشكل (٦-١ د).

الطريقة الثانية:

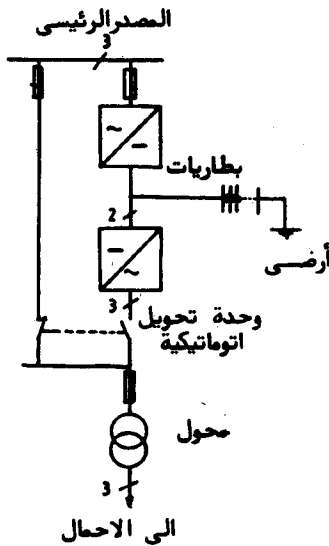
استخدام محرك تزامنى يعمل كمحرك عند وجود مصدر القدرة الأساسى ويعمل كمولد تزامنى عند انقطاع المصدر الأساسى إذا كان مقدار الانحراف المسموح به يجب ألا يتعدى $\pm 1\%$ وهذا موضع بالشكل

(٦-١ هـ).

٦/٣- مصادر القدرة الاحتياطية

الاستاتيكية

تستخدم هذه المصادر فى العادة لإضاءة لمبات الطوارئ وكذلك تغذية الأحمال الهامة للغاية، وفى الظروف المعتادة يغذى الأحمال من مصدر القدرة الأساسى وعند انقطاع التيار الكهربى، فإن الأحمال تنتقل ذاتياً إلى مصدر القدرة الاحتياطى الاستاتيكية، والذي يتكون من وحدة تحويل تيار متردد إلى تيار مستمر Converter ومجموعة من البطاريات ووحدة تحويل تيار مستمر إلى تيار متردد

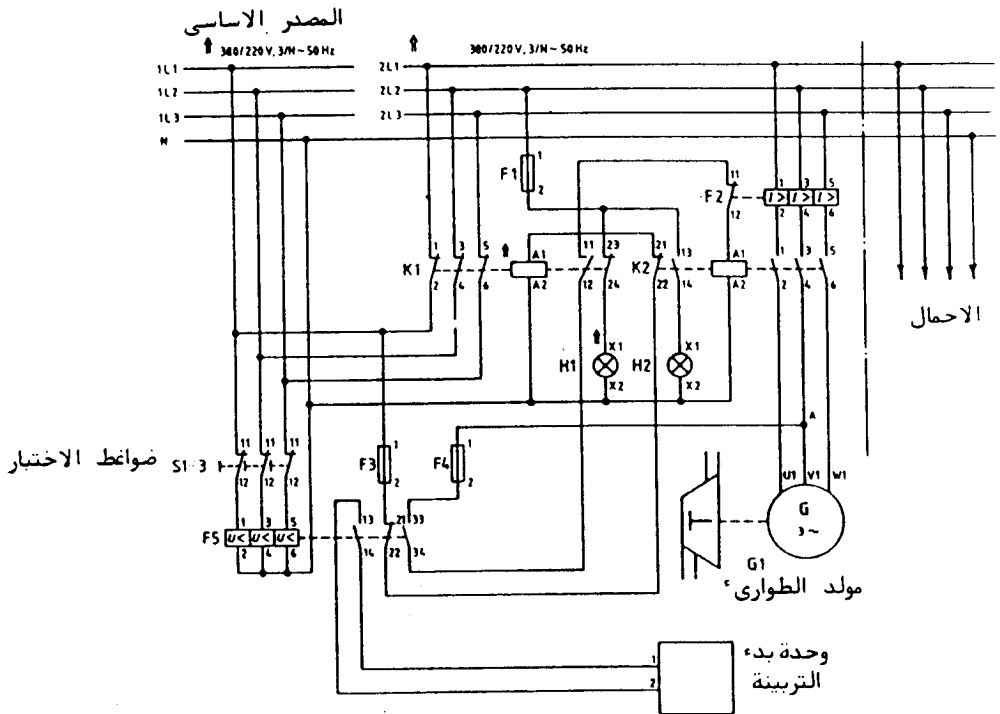


الشكل (٦-٢)

Inverter ووحدة تحكم ومحول عزل وتكون هذه المصادر جاهزة للخدمة بعد زمن يتراوح ما بين (0.1:0.5) ثانية علماً بأن هذه المصادر تغذى أحمال لفترة زمنية لا تزيد عن ثلاث ساعات بعدها تحتاج البطاريات لشحن لمدة لا تقل عن ست ساعات. والشكل (٦-٢) يوضح فكرة عمل المصادر الاحتياطية الاستاتيكية.

٦ / ٤ - التشغيل الاتوماتيكي لمولد الطوارئ:

الشكل (٦-٣) يوضح أحد المخططات الكهربائية لنقل الأحمال أوتوماتيكياً من المصدر الأساسي إلى المصدر الاحتياطي عند انقطاع المصدر الأساسي أو انخفاض الجهد عن الحد المسوح به.



الشكل (٦-٣)

نظرية التشغيل :

أثناء وصول التيار الكهربى من المصدر الأساسى فإن مسار التيار للملف الكونتاكتور K1 سيكتمل، وبالتالي تغذى الأحمال من المصدر الأساسى . وعند انقطاع التيار الكهربى للمصدر الأساسى يتغير وضع ريش تلامس متمم انخفاض الجهد F5 فينقطع مسار التيار للملف K1 ويكتمل مسار التيار للملف K2، وتتغذى الأحمال من المولد الذى يدور فى نفس اللحظة نتيجة لوصول إشارة البدء للمولد بواسطة غلق الريشة F5/13-14 وبمجرد عودة مصدر القدرة الأساسى تعود ريش المتمم F5 لوضعها الطبيعى فينقطع مسار التيار للملف K2 وكذلك يتوقف المولد ويكتمل مسار التيار للملف K1 وتتغذى الأحمال من المصدر الأساسى مرة أخرى.

ملاحظة :

يمكن اختبار هذه الوحدة من حين لآخر بواسطة الضواغط (S1,S2,S3) فعند الضغط على أحد هذه الضواغط أو جميعها مرة واحدة فإن الوحدة يجب أن تعمل أوماتيكياً.

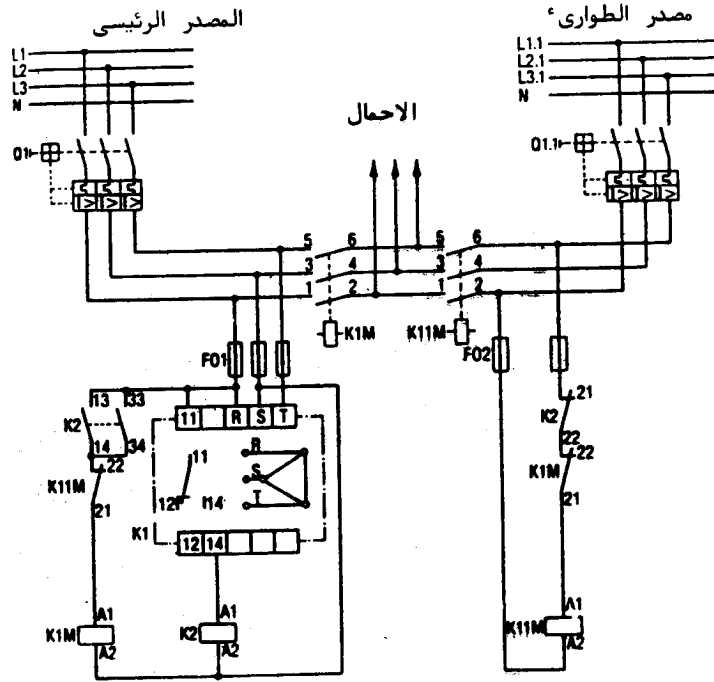
٦ / ٥ - ريلاي الانتقال الأوماتيكي للأحمال :

Automatic transfer relay

الشكل (٦-٤) يبين أحد المخططات الكهربائية لنقل الأحمال أوماتيكياً من المصدر الأساسى إلى المصدر الاحتياطى عند انقطاع المصدر الأساسى باستخدام ريلاي الانتقال الأوماتيكي .

محتويات المخطط :

K1M	كونتاكتور تعشيق الأحمال مع المصدر الاحتياطى للقدرة .
K11M	كونتاكتور تعشيق الأحمال مع المصدر الاحتياطى للقدرة .
K2	ريلاي مساعد .
K1	ريلاي الانتقال الأوماتيكي .
Q1, Q11	مفاتيح رئيسية .
F1, F11	مصهرات حماية .



الشكل (٤-٦)

نظرية التشغيل :

عند تواجد جهد كهربى على أطراف المصدر الاساسى R,S,T فإن ريلاي الانتقال الأتوماتيكي يعكس وضع ريش تلامسه، وبالتالي يكتمل مسار التيار ملف الريلاي K2 فتتمغنط وتدخل الاحمال على المصدر الاساسى بواسطة الكونتاكتور K1M. ولكن عند انقطاع المصدر الاساسى تعود ريش تلامس ريلاي الانتقال الأتوماتيكي لوضعها الطبيعي فيكتمل مسار التيار ملف الكونتاكتور K11M فتتشق الاحمال مع مصدر القدرة الاحتياطي.

٦ / ٦ - مجموعة حماية الأحمال من انعكاس الأوجه أو سقوط أحد الأوجه :

أحياناً يحدث انعكاس للأوجه فى شبكات الضغط المنخفض أو سقوط أحد الأوجه، وهذا ناتج عن مشاكل فى المحطات الفرعية ويؤدى انعكاس الأوجه إلى

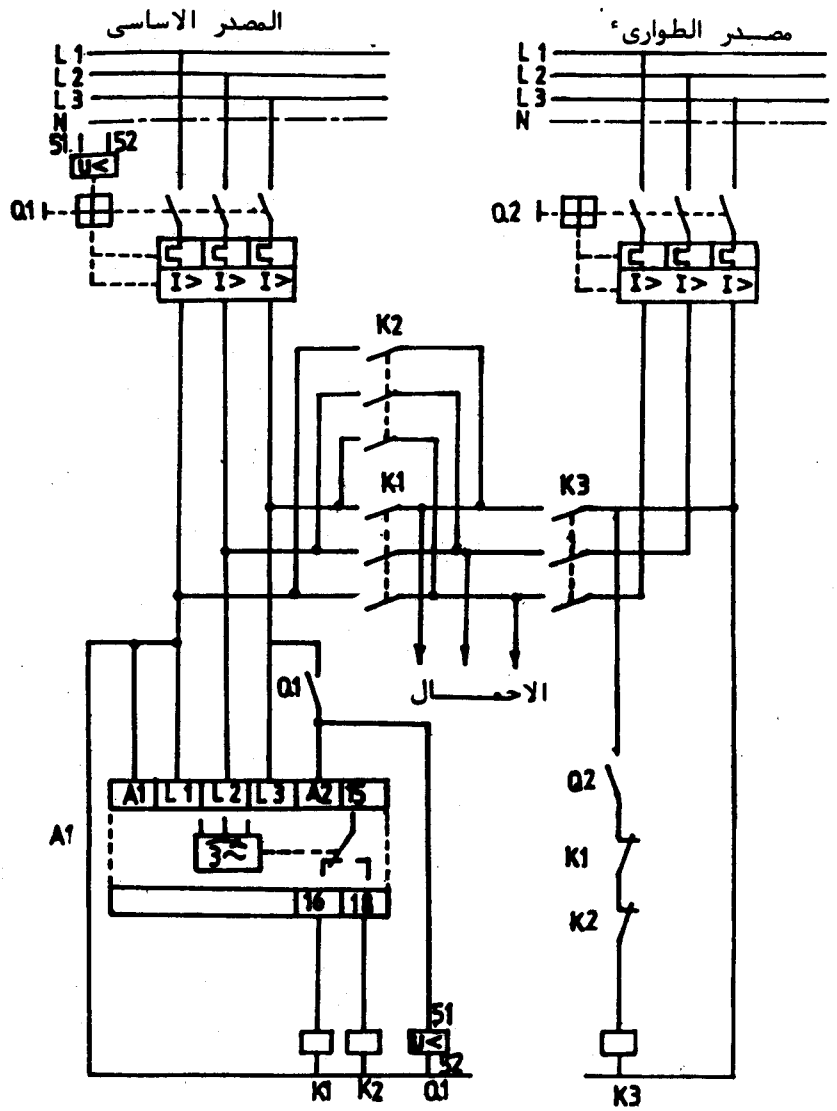
انعكاس دوران المحركات أما انخفاض الجهد في الشبكة أو سقوط أحد الأوجه قد يؤدي إلى احتراق المحركات، إذا لم تعمل وسائل حمايتها على فصلها، ولحماية لوحات التحكم من انعكاس الأوجه وانخفاض الجهد وسقوط أحد الأوجه يستخدم متمم تتابع الأوجه، وأيضاً قاطع محركات من النوع (Moulded Case C.B) مزود بحماية ضد انخفاض الجهد والشكل (٥-٦) يبين أحد المخططات الكهربائية لحماية الاحمال من انعكاس الأوجه وانخفاض الجهد أو سقوط الأوجه.

محتويات المخطط :

- Q1 قاطع نوع (Moulded Case C.B) يوصل مع المصدر الرئيسي .
- Q2 قاطع نوع (Moulded Case C.B) يوصل مع مصدر الطوارئ .
- K1 كونتاكتور توصيل المصدر الرئيسي بالاحمال .
- K2 كونتاكتور عكس تتابع الأوجه للمصدر الرئيسي .
- K3 كونتاكتور توصيل مصدر الطوارئ مع الاحمال .
- A1 متمم تتابع الأوجه Phase Sequence Relay .

نظرية تشغيل المخطط :

إذا كان تتابع الأوجه هو $L1, L2, L3$ وكان جهد الأوجه الثلاثة في الحدود المقننة فإن الريشة A1/15-18، تصبح مغلقة وبالتالي يكتمل مسار التيار للملف K1 وتغذى الاحمال من المصدر الرئيسي من خلال الكونتاكتور K1 أما إذا تغير تتابع الأوجه وأصبح على سبيل المثال $L1, L3, L2$ في هذه الحالة فإن الريشة A1/15-18 تعود لوضعها الطبيعي مفتوحة طبيعياً No بينما تصبح الريشة A1/15-16 مغلقة ويكتمل مسار التيار للملف K2 وتغذى الاحمال من المصدر الرئيسي من خلال الكونتاكتور K₂ وبالتالي تعاد الأوجه لتتابعها الصحيح حيث إن K2 يعكس الوجه L1 مع الوجه L3. أما إذا انخفض الجهد أو سقط أحد الأوجه الثلاثة أى أصبح جهد أحد الأوجه مساوياً صفر فإن القاطع Q1 سوف يقطع التيار عن K1, K2 ويكتمل تلقائياً مسار التيار للكونتاكتور K3 وتغذى الاحمال من مصدر الطوارئ.



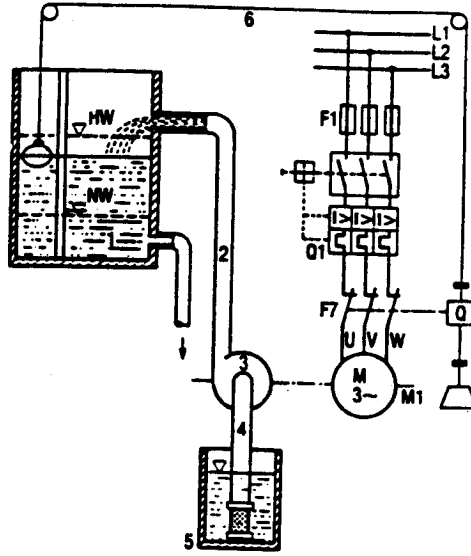
الشكل (٥-٦)

الباب السابع

تطبيقات على التحكم فى الآلات الكهربائية

تطبيقات على التحكم فى الآلات الكهربائية

١ / ٧ - التحكم فى المضخات باستخدام مفاتيح العوامات :



الشكل (١-٧)

الشكل (١-٧) يبين المخطط التكنولوجى والكهربى لعملية ملء خزان باستخدام مضخة واحدة يتم التحكم فيها باستخدام مفتاح عوامة بثلاثة أقطاب .

محتويات المخطط الكهربى :

- F1 المصهرات الرئيسية
- Q1 قاطع الحماية
- F7 مفتاح عوامة ثلاثة أقطاب
- M1 محرك المضخة

محتويات المخطط التكنولوجى :

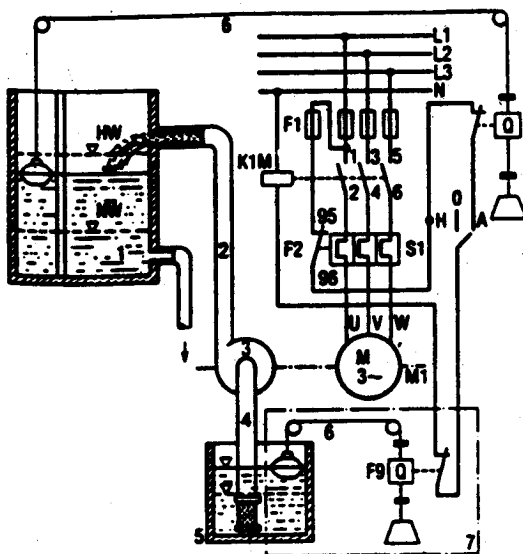
- 1 خزان الملىء.
- 2 خط الطرد.
- 3 مضخة طاردة مركزية.
- 4 خط السحب.
- 5 خزان السحب (البئر).
- 6 حبل العوامة مع العوامة ووزن معاكس وبكره.

نظرية التشغيل :

عند انخفاض مستوى الماء فى الخزان 1 إلى المستوى NW تقوم العوامه F1 بغلق أقطابها الرئيسية، فيدور محرك المضخة وبالتالي تقوم المضخة 3 بضخ الماء من الخزان 5 إلى الخزان 1، ولكن بمجرد وصول الماء فى الخزان 1 إلى المستوى HW تقوم العوامة بفتح أقطابها الرئيسية فيتوقف المحرك فى الحال.

ملاحظة :

مفاتيح العوامات ثلاثية القطب عادة تستخدم للتحكم في المحركات الصغيرة. والشكل (٧-٢) يبين المخطط التكنولوجي والكهربي لعملية ملء خزان باستخدام مضخة واحدة يتم التحكم فيها بمفتاح عوامة أحادي القطب.



الشكل (٧-٢)

محتويات المخطط الكهربى :

F2	متم حرارى بزر لتحريره	F1	مصهرات الدائرة الرئيسية ودائرة التحكم
F9	مفتاح عوامة بقطب واحد	F8	مفتاح عوامة قطب واحد
M1	محرك المضخة	KM1	كونتاكتر تشغيل محرك المضخة
		S1	مفتاح اختيار حالة التشغيل
			وله ثلاثة أوضاع (H,D,A)

محتويات المخطط التكنولوجى :

4	خزان الماء.	1	خط السحب.
5	خط الطرد.	2	خزان السحب.
6	مضخة طاردة مركزية.	3	حبل العوامة مع العوامة ووزن معاكس وبكره

نظرية التشغيل :

يتم التحكم فى تشغيل المحرك M1 لتشغيله يدوياً أو أتماتيكياً أو إيقافه بواسطة مفتاح الاختيار S1 فعند وضع المفتاح على وضع التوقف 0 يتوقف المحرك عن العمل

وعند وضع مفتاح الاختيار S1 على وضع التشغيل اليدوى H فإن مسار التيار للملف K1M يكتمل بغض النظر عن مستوى الماء داخل الخزان 1، ويدور المحرك ولكن إذا حدث أثناء دوران المحرك يدوياً زيادة فى الحمل أو انخفاض مستوى الماء فى الخزان 5 يتوقف المحرك عن العمل.

وعند وضع مفتاح الاختيار S1 على الوضع الاتوماتيكي A فإن مسار التيار للملف K1M يكتمل عند انخفاض مستوى الماء فى الخزان 1 إلى المستوى NW وكذلك عندما يكون مستوى الماء فى الخزان 5 مرتفع فيدور محرك المضخة وتقوم المضخة بضخ الماء من الخزان 5 إلى الخزان 1، وبمجرد وصول الماء فى الخزان 1 للمستوى HW يتوقف المحرك من ثم تتوقف المضخة.

٧ / ٢ - التحكم فى تشغيل المضخات بإستخدام مفاتيح الضغط

إن فكرة عمل مفاتيح الضغط فى التحكم فى مناسيب السوائل تعتمد على ضغط الهواء الموجود فوق مستوى السوائل، فمن المعروف أنه كلما قل حجم الهواء زاد الضغط والعكس صحيح.

والشكل (٧-٣) يُعرض المخطط التكنولوجى والكهربى للتحكم فى ملء خزان باستخدام مضخة واحدة يتم التحكم فيها باستخدام مفتاح ضغط أحادى القطب وذلك بالرموز الأمريكية.

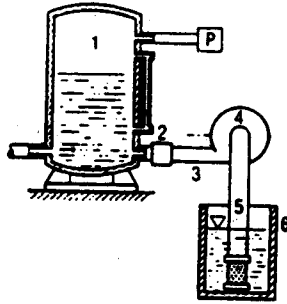
محتويات المخطط الكهربى :

سكينة ثلاثية القطب - مصهرات ثلاثية القطب - الكونتاكتور M - المتمم الحرارى OL - المحرك Motor - مفتاح الإختيار (HAND-OFF-AUTO) - مفتاح الضغط Pressure Switch.

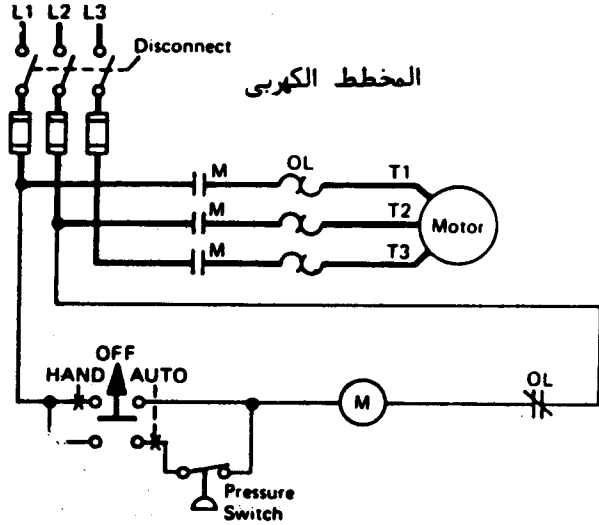
محتويات المخطط التكنولوجى :

خزان الملىء.	1	المضخة.	4
صمام اتجاه واحد (سكس بلف).	2	خط السحب للمضخة.	5
خط الطرد للمضخة.	3	خزان السحب.	6

المخطط التكنولوجي



المخطط الكهربى



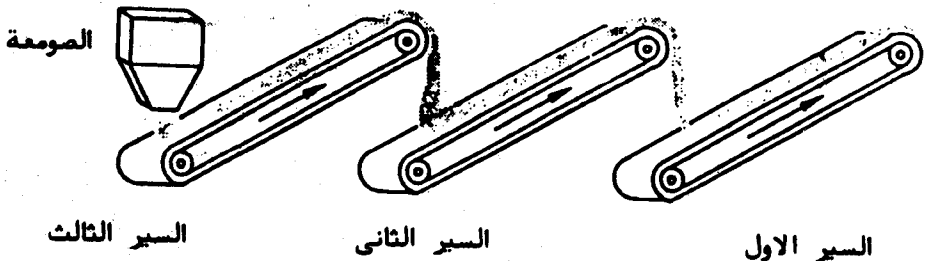
الشكل (٣-٧)

نظرية التشغيل :

عند وضع مفتاح الاختيار على الوضع اليدوى HAND يكتمل مسار التيار للملف الكونتاكتور M، ويدور المحرك إلى أن يوضع مفتاح الاختيار على وضع الإيقاف OFF. وعند وضع مفتاح الاختيار على الوضع الأتوماتيك AUTO فإن المحرك يدور طالما إن مستوى الماء منخفض، أما عند ارتفاع منسوب مستوى الماء يعمل مفتاح الضغط على عكس ريش تلامسه، ويتوقف المحرك إلى أن ينخفض مستوى الماء عن الحد المعايير عليه مفتاح الضغط، عندها يدور المحرك من جديد وهكذا.

٣/٧ - التحكم فى تشغيل سيور النقل :

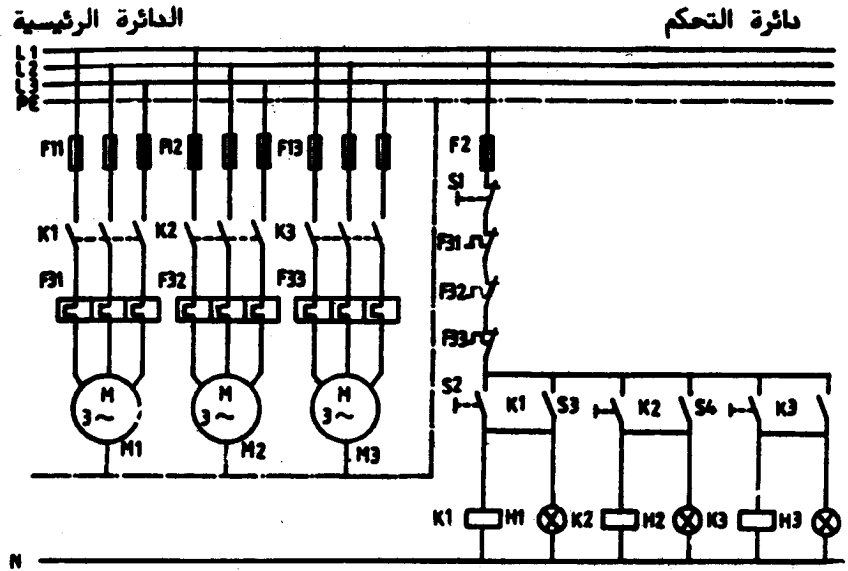
فى الشكل (٤-٧) المخطط التكنولوجي لثلاثة سيور ناقلة تقوم بنقل الخامات الموجودة فى صومعة إلى حفرة أسفل السير رقم 1.



الشكل (٤-٧)

أما الشكل (٥-٧) فيعرض الدائرة الرئيسية ودائرة التحكم لهذه الوحدة.
نظرية التشغيل :

عند الضغط على الضاغط S2 يكتمل مسار التيار للملف K1 ويدور المحرك M1 ويعمل السير 1. حينئذ عند الضغط على الضاغط S3 يكتمل مسار التيار للملف K2 ويدور المحرك M2 ويعمل السير 2 وبعد ذلك عند الضغط على S4 يكتمل مسار التيار للملف K3 ويدور المحرك M3 ويعمل السير 3 أى أن دوران السير 3 مشروط بدوران السير 2 ودوران السير 2 مشروط بدوران السير 1. وعند حدوث زيادة فى الحمل على أحد محركات السيور الثلاثة تتوقف الوحدة بأكملها، وكذلك يمكن إيقاف الوحدة بالضغط على الضاغط S1.



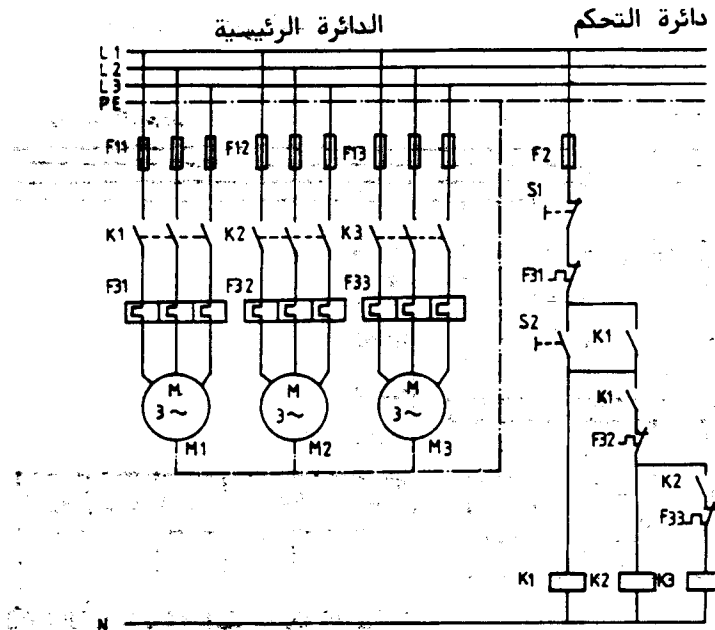
الشكل (٥-٧)

ملاحظة :

تضىء لمبة البيان H1 عند عمل السير 1 وتضىء اللمبة H2 عند عمل السير 2 وتضىء اللمبة H3 عند عمل السير 3.
وفى الشكل (٦-٧) الدائرة الرئيسية ودائرة التحكم لوحدة سيور النقل ولكن بطريقة أخرى.

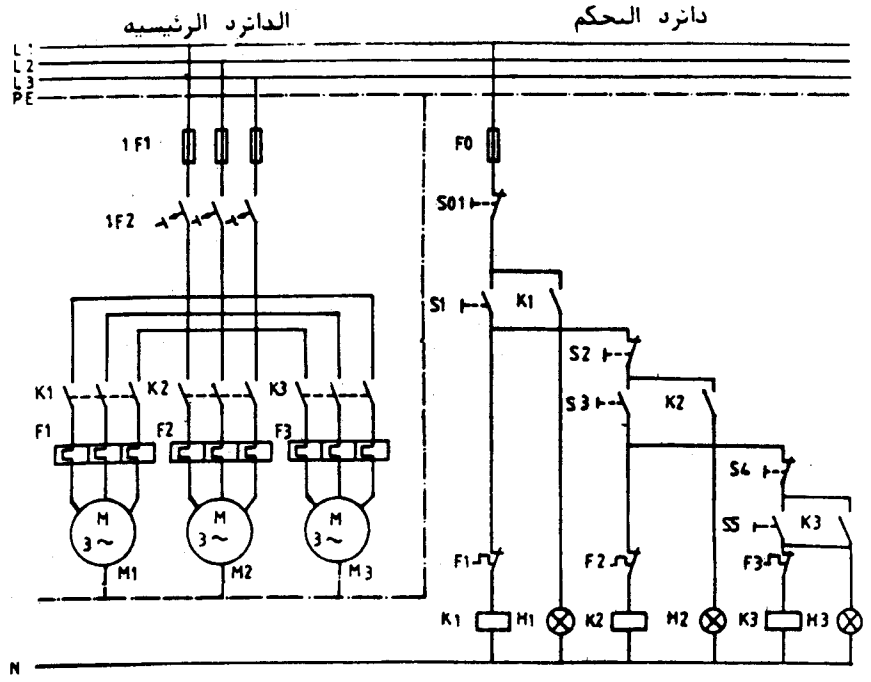
نظرية التشغيل :

عند الضغط على الضاغط S2 يكتمل مسار التيار للملف K1 فيندور المحرك M1 ويعمل السير 1 وتباعاً يكتمل مسار التيار للملف K2 ثم للملف K3 فيندور المحرك M2 ويعمل السير 2 ثم السير 3. ولكن عند حدوث زيادة في الحمل على محرك السير 1 تتوقف الوحدة بأكملها أما عند حدوث زيادة في الحمل على محرك السير 2 يتوقف السير 2 والسير 3 فقط. في حين أنه عند حدوث زيادة في الحمل على محرك السير 3 يتوقف السير 3 فقط. ويمكن إيقاف الوحدة بأكملها بالضغط على الضاغط S1.



الشكل (٦-٧)

وفي الشكل (٧-٧) الدائرة الرئيسية ودائرة التحكم لوحدة سيور النقل ولكن بطريقة ثالثة.

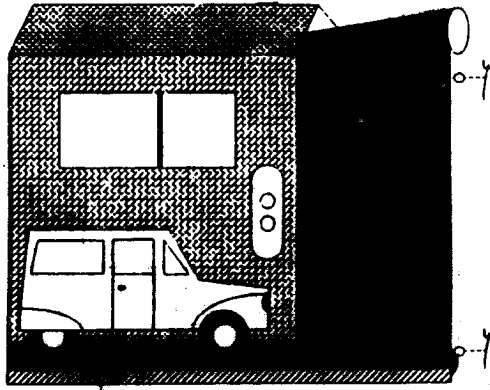


الشكل (٧-٧)

نظرية التشغيل :

عند الضغط على الضاغطة اليدوية S1 يكتمل مسار التيار للملف الكونتاكتور K1 ويحدث إمساك ذاتي بواسطة ريشة التغذية الذاتية للكونتاكتور K1 ويدور السير 1 وتضيء H1. وعند الضغط على الضاغطة S3 يكتمل مسار التيار للملف الكونتاكتور K2 ويدور السير 2 وتضيء H2. وعند الضغط على الضاغطة S5 يكتمل مسار التيار للملف الكونتاكتور K3 ويدور السير 3 وتضيء H3 ويمكن إيقاف الوحدة جميعها بواسطة S01. ويمكن إيقاف السير 2,3 فقط بواسطة الضاغطة S2. ويمكن إيقاف السير 3 بواسطة S4 وعند زيادة الحمل على محرك السير 3 يتوقف السير 3 فقط وعند زيادة الحمل على محرك السير 2 يتوقف السيران 3,2 معاً، وعند حدوث زيادة في الحمل على محرك السير 1 يتوقف جميع السيور وهذا مطابق للمنطق على كل حال.

٧ / ٤ - التحكم في فتح وغلق بوابة جراج رأسية



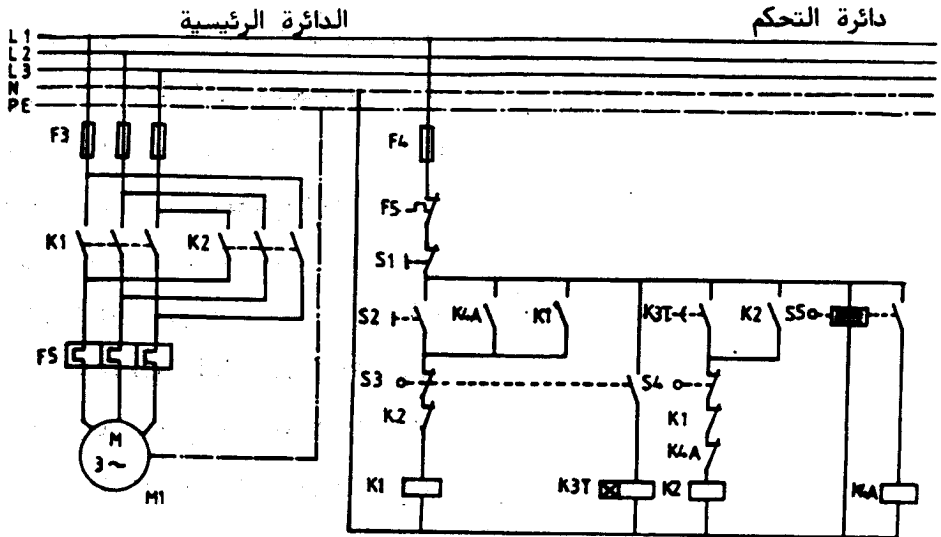
الشكل (٧ - ٨)

الشكل (٧-٨) يبين المخطط التكنولوجي لهذه البوابة، وهذه البوابة دائماً تكون مغلقة وعندما يريد حارس الجراج فتح البوابة يضغط على الضاغط S2 فتفتح بوابة الجراج، وتتوقف أوتوماتيكياً عند وصول البوابة إلى نهاية مشوار الفتح S3 وبعد وبعد زمن تغلق بوابة الجراج ذاتياً، وتتوقف أوتوماتيكياً عند وصول البوابة لنهاية مشوار الغلق S4.

ملاحظة:

أثناء غلق البوابة ومرور عربة إلى داخل الجراج تفتح البوابة تلقائياً بواسطة الخلية الضوئية S5.

والشكل (٧-٩) يوضح الدائرة الرئيسية ودائرة التحكم للتحكم في فتح وغلق بوابة الجراج الرأسية.



الشكل (٧-٩)

نظرية التشغيل :

بمجرد الضغط على S2 يكتمل مسار التيار لبوبينة K1، فيدور المحرك جهة اليمين فتفتح البوابة وبمجرد وصول البوابة إلى نهاية المشوار S3 يتوقف المحرك، وبالتالي تتوقف البوابة وفي نفس اللحظة فإن الريشة المفتوحة لنهاية المشوار S3 تغلق فيكتمل مسار التيار للمؤقت K3T وبعد مرور 10 ثواني تغلق الريشة المفتوحة للمؤقت K3T، فيكتمل مسار التيار للملف K2 ويدور المحرك جهة اليسار وتنغلق البوابة، وبمجرد وصول البوابة إلى نهاية المشوار S4 ينقطع مسار التيار للملف K2 فيتوقف المحرك، وإذا تصادف وجود سيارة أثناء غلق البوابة فإن الريلاى K4A سوف يتمغنط؛ نتيجة لاكتمال مسار تياره والناجم عن غلق الريشة المفتوحة للخلية الضوئية S5 فينفصل K2 ويكتمل مسار K1 ويدور المحرك جهة اليمين ويفتح المحرك البوابة من جديد وتكرر العملية من جديد .

ملاحظة :

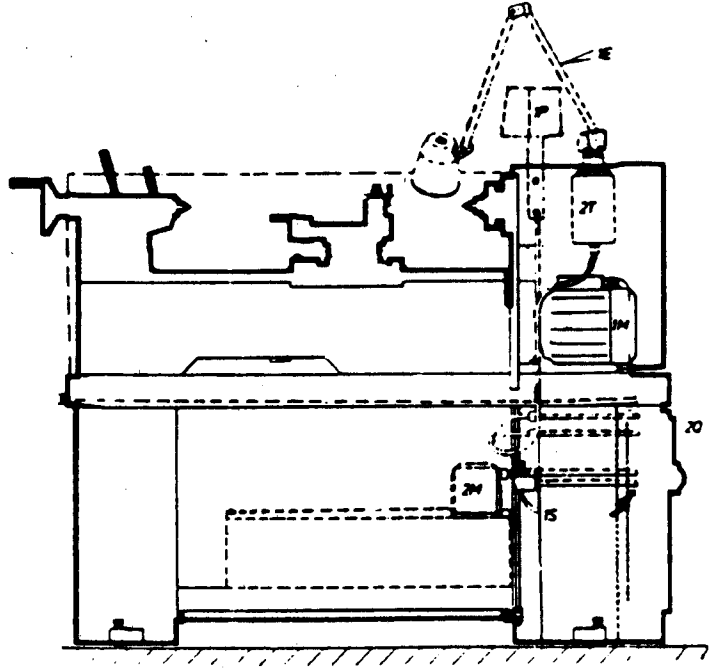
تتوقف البوابة عند الضغط على الضاغط S1 أو عند حدوث زيادة في الحمل بواسطة F5 .

٧ / ٥ - التحكم فى المخرطة المستخدمة فى ورش الإنتاج :

تحتوى هذه المخرطة على محركين أحدهما رئيسى لإدارة عمود الظرف والآخر لإدارة مضخة التبريد ويمكن إدارة ظرف المخرطة جهة اليمين بواسطة الضاغط S2 وجهة اليسار بواسطة الضاغط S3 علماً بأنه بمجرد إدارة ظرف المخرطة فى أى اتجاه تدور المضخة تلقائياً لتضخ سائل التبريد اللازم لتبريد الشغلة . ويمكن عكس حركة الظرف بدون توقف . وعند الطوارئ يتم فصل التيار الكهربى عن لوحة التحكم بالضغط على ضاغط الطوارئ S0 والذى يمكن تحريره بإدارته . وفيما يلى لمبات البيان المستخدمة فى لوحة التحكم فى المخرطة :

H1	لمبة بيان حركة الظرف جهة اليمين
H2	لمبة بيان حركة الظرف جهة اليسار
H3	لمبة زيادة الحمل على محرك الظرف
H4	لمبة زيادة الحمل على محرك المضخة

وتحتوى المخرطة على بريزة يوصل بها مصباح لإضاءة مكان الشغلة للمشغل أثناء تشغيله للمخرطة والشكل (٧-١٠) يوضح المخطط التكنولوجى للمخرطة.



الشكل (٧-١٠)

أما الشكل (٧-١١) يبين دائرة التحكم والدائرة الرئيسية للمخرطة.

نظرية التشغيل :

لا تختلف نظرية التشغيل للمحرك M عن نظرية تشغيل عكس حركة محرك بدون توقف علماً بأن محرك المضخة يدور عند دوران محرك الظرف ويتوقف معه.

مخطط التوصيل لنهايات الشعب (Terminals) :

يوجد مجموعتان لنهايات الشعب الأولى X1 والثانية X2 وتحتوى الأولى على عدد 18 نهاية شعبة، أما المجموعة الثانية تحتوى على 11 نهاية شعبة وتوصل الأطراف العليا لنهايات الشعب بمحتويات لوحة التحكم من الداخل أما الأطراف السفلى

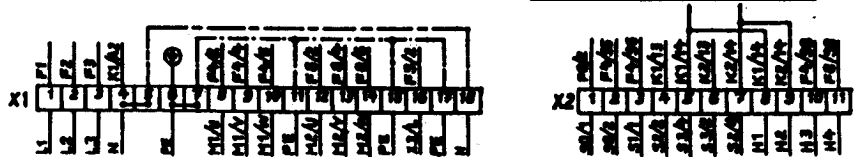
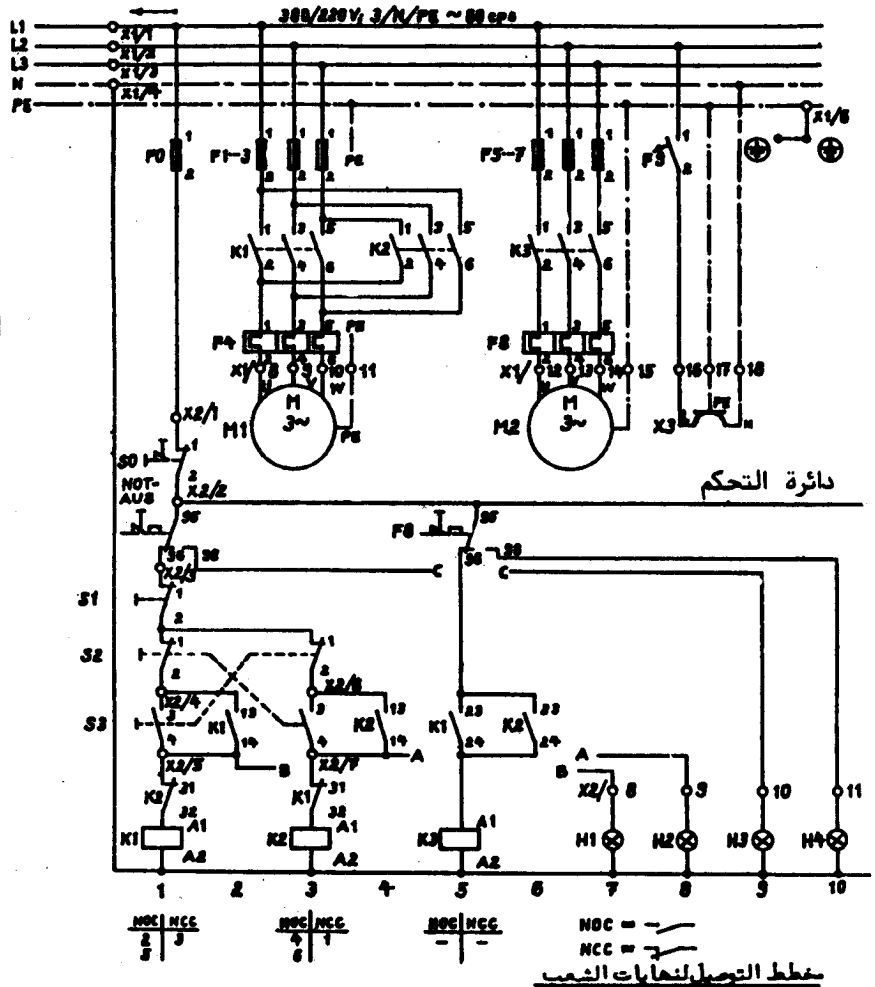
لنهايات الشعب فتوصل بالأجهزة الخارجية مثل المحرك الرئيسى ومحرك مضخة التبريد، وأيضاً الضواغط ولبات البيان المثبتة على باب لوحة التحكم، وأيضاً الأطراف الخاصة بالمصدر الكهربى للمخرطة. ويحتوى مخطط التوصيل لنهايات الشعب على بعض الكبارى بين نهايات الشعب المختلفة.

جداول الريش المساعدة للكونتاكتورات والريليهات :

يوضع أحياناً تحت كل ملف فى دائرة التحكم جدول مقسم إلى عمودين أحدهما NOC والآخر NCC وترقم كل مسارات التحكم للمفات دائرة التحكم بالأرقام 1,2,3,4 وحتى نحصر عدد الريش المساعدة لأحد الكونتاكتورات وليكن K1 مثلاً نمر على جميع المسارات فلا تجد أى ريش مساعدة (ريش تحكم) للكونتاكتور K1 إلا فى المسارات 2.3.5 وفى كل من المسارين 5, 2 نجد ريشة مفتوحة للكونتاكتور K1 وفى المسار 3 نجد ريشة مغلقة للكونتاكتور K1، وبذلك يمكن القول أن عدد ريش التحكم المطلوبة للكونتاكتور K1، هى (1NC+2NO) فإذا كانت ريش التحكم الموجودة فى هذا الكونتاكتور هى 1NO لذا يجب علينا تثبيت وحدة ريش مساعدة إضافية على الكونتاكتور تحتوى على (1NO+ 1NC).

ويمكن الرجوع للشكل (١ - ١٣) لمعرفة طريقة تثبيت وحدة ريش إضافية على الكونتاكتور وكذلك طريقة نزعها.

الدائرة الرئيسية
بريزة
محرك مضخة التبريد
محرك ظرف المخزنة



الشكل (١١-٧)

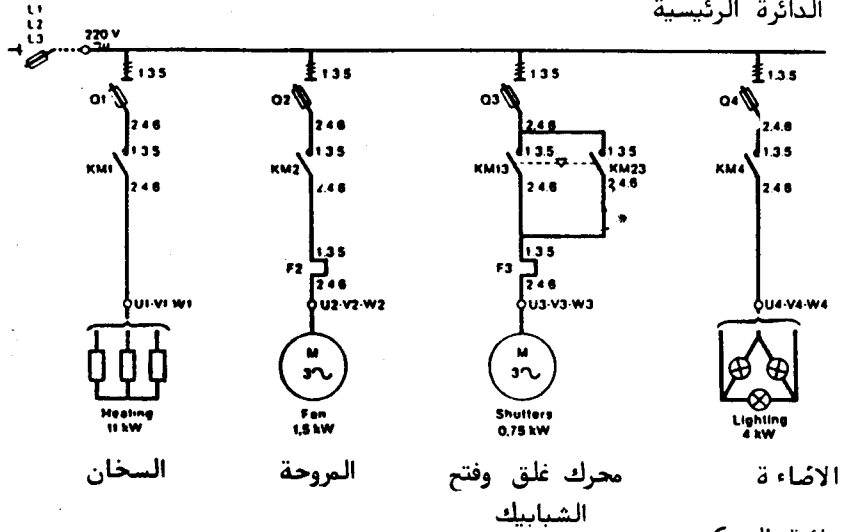
٧ / ٦ - وحدة التحكم المتعددة الوظائف :

تستخدم هذه الوحدة داخل المحلات التجارية الكبيرة للتحكم فى تهوية وتسخين وإضاءة المحل، بالإضافة إلى غلق وفتح الشابييك داخل، المحل والشكل (٧-١٢) يبين الدائرة الرئيسية ودائرة التحكم لهذه الوحدة، علماً بأن الدائرة الرئيسية مرسومة بمخطط أحادى الخط أى أن كل خط يمثل ثلاثة خطوط.

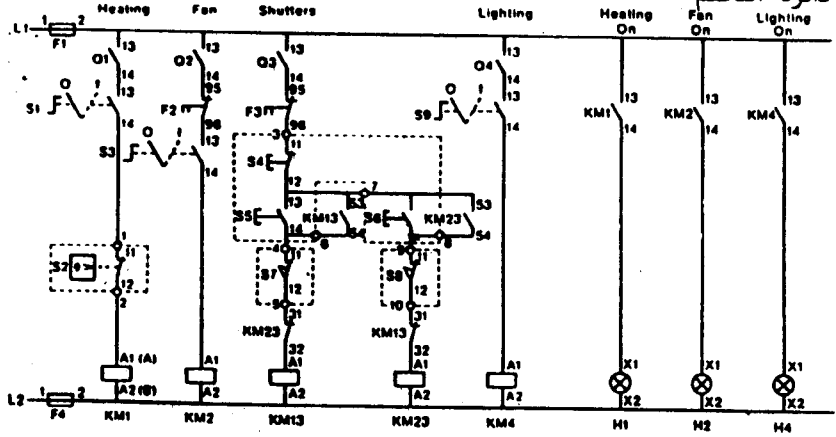
محتويات دائرة التحكم :

S1	مفتاح دوار لتشغيل وحدة التسخين.
S2	ثرموستات.
S3	مفتاح دوار لتشغيل المروحة.
S4	ضاغط إيقاف الشابييك عند وضع معين.
S5	ضاغط فتح الشابييك.
S6	ضاغط غلق الشابييك.
S7	مفتاح نهاية مشوار الفتح للشابييك.
S8	مفتاح نهاية مشوار غلق الشابييك
S9	مفتاح دوار لتشغيل وحدة الإضاءة.
H1	لمبة بيان السخان.
H2	لمبة بيان المروحة.
H3	لمبة بيان وحدة الإضاءة.

الدائرة الرئيسية



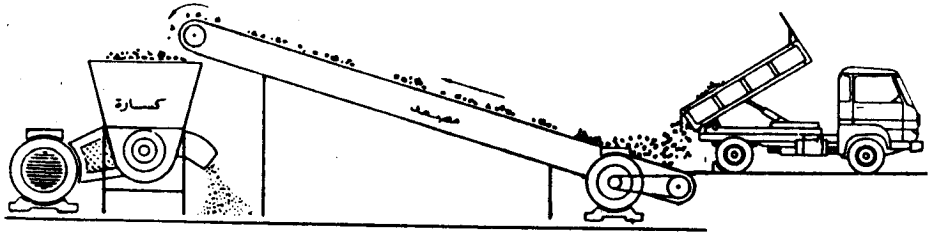
دائرة التحكم



الشكل (١٢-٧)

٧/٧ - التحكم فى كسارة الحجر الجيرى :

الشكل (١٣-٧) يبين المخطط التكنولوجى لكسارة الحجر الجيرى حيث يتم نقل الحجارة بواسطة سير مصعد إلى الكسارة. والشكل (١٤-٧) يبين الدائرة الرئيسية ودائرة التحكم لكسارة الحجر الجيرى.



الشكل (٧-١٣)

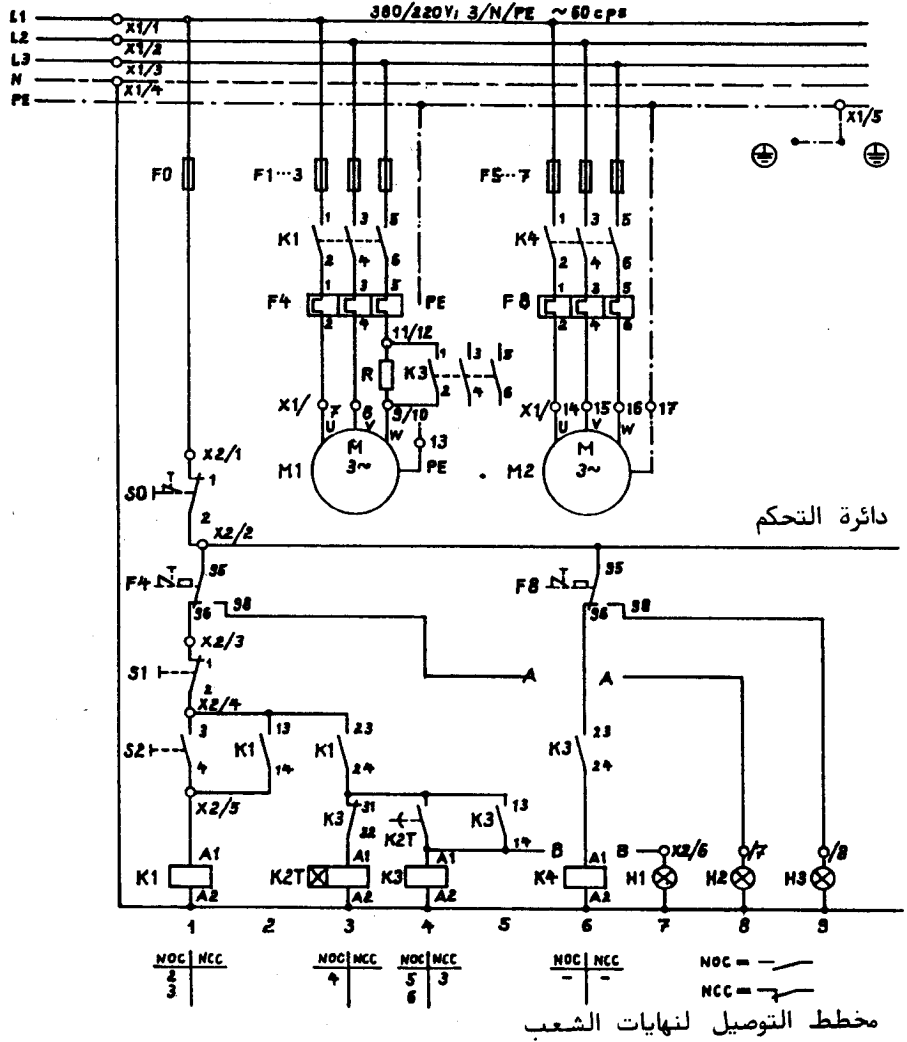
محتويات الدائرة الرئيسية ودائرة التحكم:

F0	مصهر حماية دائرة التحكم.
S0	ضاغط طوارئ لفصل الوحدة عند حدوث أمر غير عادي.
F4	متمم حرارى لمحرك الكسارة.
F8	متمم حرارى لمحرك السير المصعد.
S1	ضاغط إيقاف الوحدة.
S2	ضاغط تشغيل الوحدة.
K1	كونتاكتور تشغيل محرك الكسارة.
K2T	مؤقت زمنى.
K3	كونتاكتور لعمل قصر على مقاومة البدء.
K4	كونتاكتور تشغيل محرك السير المصعد.
H1	لمبة بيان تشغيل محرك الكسارة.
H2	لمبة زيادة الحمل على محرك الكسارة.
H3	لمبة زيادة الحمل على محرك السير المصعد.

الدائرة الرئيسية

محرك الكسارة

محرك السير



الشكل (٧-١٤)

نظرية التشغيل :

كما هو واضح من الدائرة الرئيسية ودائرة التحكم أن محرك الكساره يبدأ بمقاومة بدء مع أحد الأوجه (دائرة كوزا) أما محرك السير المصعد فهو يتبع تشغيل محرك الكسارة.

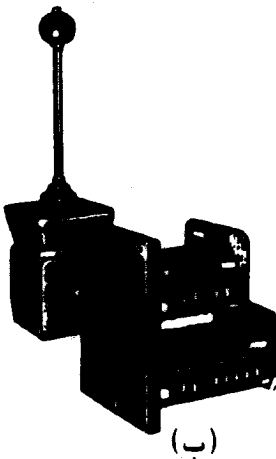
٧ / ٨ - الونش الأرضى الثابت :

قبل أن نتكلم عن الونش الأرضى الثابت نحب أن نشير إلى بعض النقاط الهامة التى يجب أن تأخذ فى الاعتبار عند التعامل مع الأوناش الكهربائية وهى :

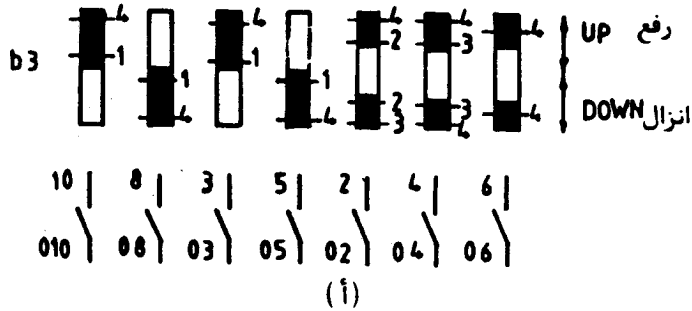
- ١ - تستخدم مفاتيح نهايات مشوار لتحديد نهايات الحركات المختلفة للونش.
- ٢ - يستخدم ضاغط طوارئ لفصل الدائرة الرئيسية ودائرة التحكم عند حدوث أمر غير عادى.

٣ - للحصول على أى حركة للونش يجب الضغط المستمر على الضاغط المعد لهذه الحركة وذلك للسلامة حيث تتوقف حركة الونش بمجرد رفع اليد عن الضاغط.

٤ - أحيانا تستخدم الحاكمتات القائدة Master Controllers فى تشغيل الأوناش وهى تشبه لحد كبير صندوق التروس Gear box للسيارة، والشكل (٧-١٥) يبين صورة لأحد الحاكمتات القائدة المستخدم فى الحياة العلمية العملية أما

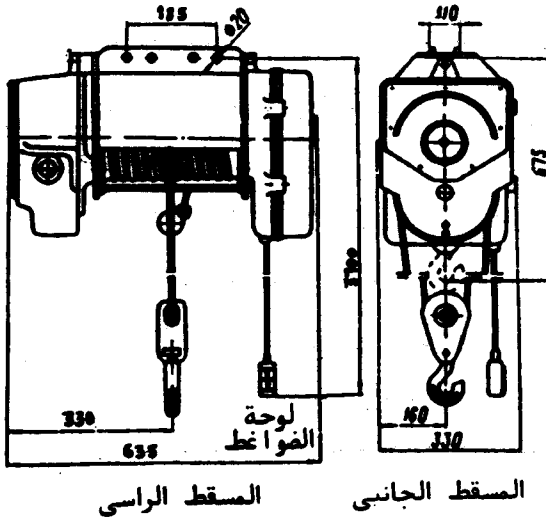


(ب)



الشكل (٧-١٥)

الشكل (٧-١٥ ب) فيبين ريش التلاميذ ومخطط التشغيل لحاكم قائد له ثمانى مواضع تشغيل ووضع إيقاف. وتتغير حالة الريش من كونها مفتوحة أو مغلقة تبعاً لوضع الحاكم ففى وضع الإيقاف تكون جميع ريش الحاكم مفتوحة ولفهم تشغيل الحاكم، نأخذ على سبيل المثال الريشة B3/10-010 نجد أنها مغلقة فى الأوضاع 1,2,3,4 (رفع) ويمكن معرفة ذلك بواسطة المستطيل المقابل لهذه الريشة فيلاحظ أنه مظلّل فى الأوضاع 1:4 (رفع) وأيضاً الريشة B3/2-02 تكون مغلقة فى الأوضاع 3,4 (رفع) وأيضاً 2,3 (إنزال) وهكذا.



الشكل (٧-١٦)

أما الشكل (٧-١٦) فيبين المسقط الرأسى والمسقط الجانبى لأحد الأوناش الأرضية الثابتة التى تثبت فى مكان فى السقف الخاص بالمنشأة وتقوم برفع وإنزال الأحبال فى نفس مكان تثبيتها.

أما الشكل (٧-١٧) فيبين الدائرة الرئيسية ودائرة التحكم مستخدماً الحاكم القائد علماً بأن الرموز المستخدمة رموز ألمانية قديمة.

محتويات المخطط الكهربى:

- b1 مفتاح نهاية مشوار الرفع.
- b2 مفتاح نهاية مشوار الإنزال.
- c1 كونتاكتور الرفع (يمين).
- c2 كونتاكتور الإنزال (يسار).
- c40,c41,c42 كونتاكتورات العضو الدوار.

m1

محرك الونش .

s1

محرك فرملى .

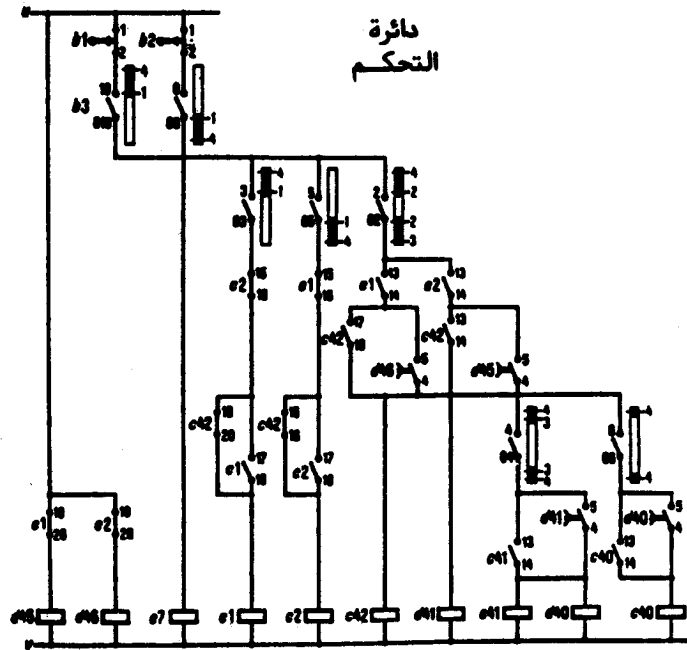
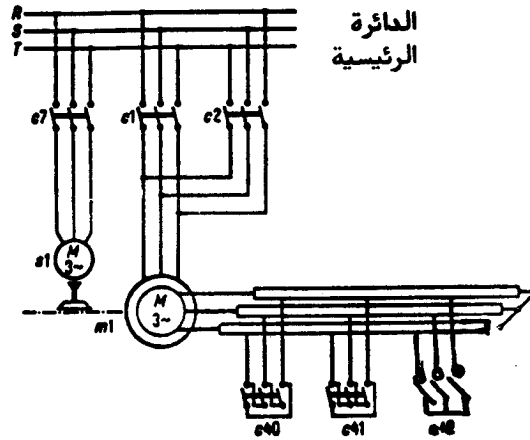
c7

كونتاكتور المحرك الفرملى

فكرة عمل الونش الأرضى الثابت :

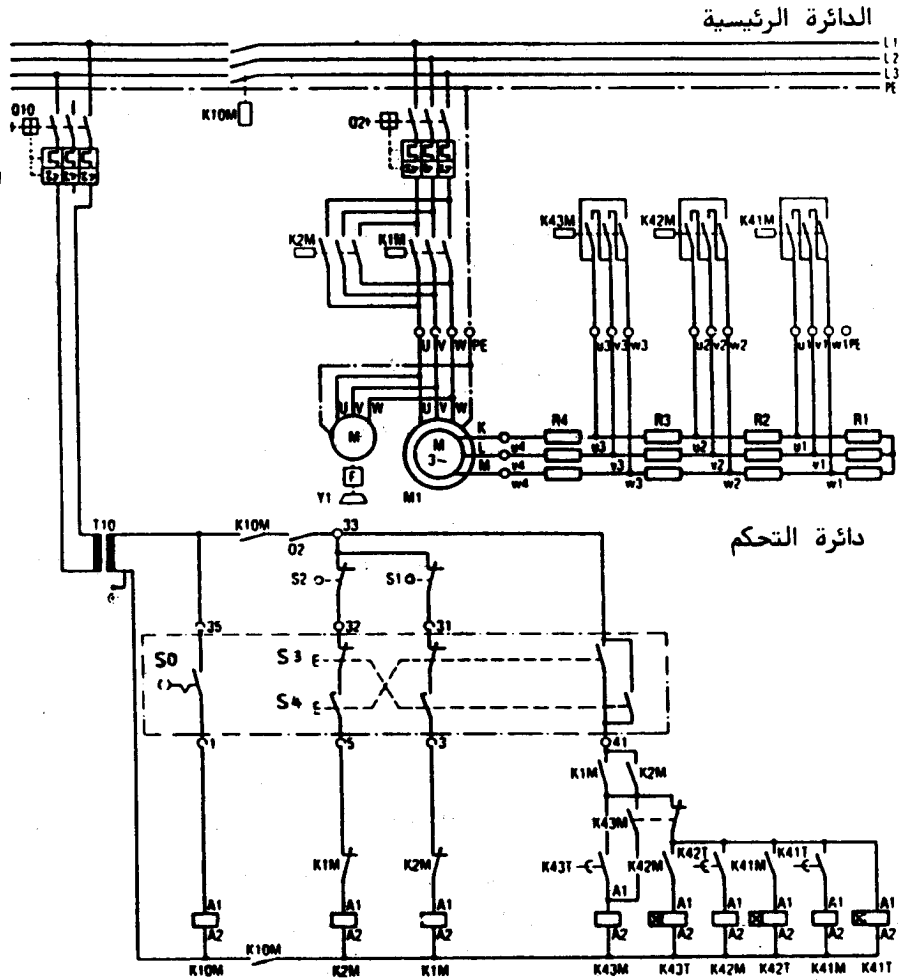
من دائرة التحكم لهذا الونش يلاحظ أن الحاكم القائد له تسعة مواضع تشغيل أربعة للرفع وأربعة للإنزال وواحد للتوقف .

فعند وضع الحاكم على وضع 0 فإن مسار التيار يكتمل لكل من المؤقتين d45, d46 وعند الانتقال من وضع 0 (توقف) إلى وضع 1 (رفع) فإن مسار التيار يكتمل لكلا من c1, c7 وينقطع مسار التيار عن d45 وبالتالي يدور المحرك m1 حيث تتحرر الفرملة S1 ولكن تكون كل المقاومات موصلة على التوالى مع العضو الدوار للمحرك m1. وعند الانتقال من وضع 1 (رفع) إلى وضع 2 (رفع) فإن مسار التيار سيكتمل لكلاً من المؤقت d41 والكونتاكتور c42 وهذا يعنى أن المحرك ما زال فى مرحلة البدء ولكن خرج جزء من مقاومات البدء بواسطة الكونتاكتور c42. وعند وضع الحاكم القائد على الوضع 3 (رفع) فإن مسار التيار سيكتمل لكل من c41, d40 وذلك بعد انتهاء الزمن المعايير عليه المؤقت d41 وهذا يعنى أن المحرك ما زال فى مرحلة البدء ولكن خرج الجزء الثانى من المقاومات بواسطة الكونتاكتور c41. وعند وضع الحاكم على الوضع 4 (رفع) فإن مسار التيار يكتمل للكونتاكتور c40 وذلك بعد انتهاء الزمن المعايير عليه المؤقت d40 وهذا يعنى أن المحرك انتهى من مرحلة البدء وهو فى حالة الدوران الطبيعى حيث خرج الجزء الثالث من مقاومة البدء ولم يتبقى إلا الجزء الرابع لزيادة عزم الونش أثناء رفع الاحمال . وعندما نرغب فى إنزال الحمل المعلق فى حبل الونش نعيد الحاكم على وضع التوقف (0) فيكتمل مسار التيار لكلا من d45, d46 وثم بعد ذلك تنقل الحاكم إلى الوضع 1 (إنزال) فيكتمل مسار التيار لكلا من c2, c7 وينقطع مسار التيار عن d46 ويبدأ المحرك الرئيسى m4 فى الدوران فى الاتجاه المعاكس لا نزال الاحمال وبعد ذلك يتم نقل الحاكم على الوضع 2 (إنزال) ثم 3 (إنزال) ثم 4 (إنزال) وذلك لإخراج المقاومات الواحدة تلو الأخرى من دائرة العضو الدوار علماً بأن المؤقتات الزمنية المستخدمة تؤمن خروج المقاومات فى الوقت المناسب .



الشكل (١٧-٧)

أما الشكل (٧-١٨) فيبين الدائرة الرئيسية ودائرة التحكم للونش الثابت ولكن بدون استخدام الحاكم القائد بل باستخدام مجموعة من الضواغط.



الشكل (٧-١٨)

محتويات المخطط الكهربى :

K2M	كونتاكتور اليسار	T10	محول التحكم
	(إنزال)	SO	مفتاح الطوارئ
K41M	كونتاكتور بدء	S1	نهاية مشوار الرفع
K42M	كونتاكتور بدء	S2	نهاية مشوار الإنزال
K42M	كونتاكتور بدء	S3	ضاغط الرفع
K41T	مؤقت بدء	S4	ضاغط الإنزال
K42T	مؤقت بدء	Q10	قاطع دائرة التحكم
K43T	مؤقت بدء	Q2	قاطع الدائرة الرئيسية
M1	محرك الونش	K10M	كونتاكتور وصل وفصل
Y1	المحرك الفرملى		الدائرة
R1, R4	مقاومات البدء	K1M	كونتاكتور اليمين
			(رفع)

نظرية التشغيل :

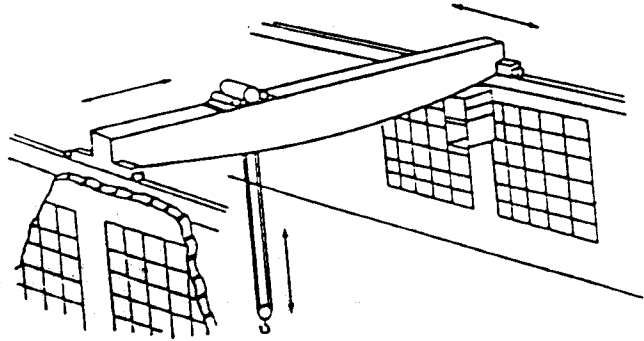
فى بادئ الأمر يوضع مفتاح الطوارئ SO المزود بمفتاح يدوى على وضع التشغيل وكذلك يوضع Q2, Q10 على وضع التشغيل فيكتمل مسار التيار للملف K10M، وتصبح الدائرة الرئيسية ودائرة التحكم جاهزة للعمل . وعند الضغط على الضاغط S3 يكتمل مسار التيار للملف K1M وتباعاً يتمغنط K41T ويدور المحرك M1 جهة اليمين وجميع مقاومات البدء موصلة على التوالى مع العضو الدوار . وبعد الانتهاء من الزمن المعايير عليه K41T وتخرج R1 من دائرة العضو الدوار بواسطة الكونتاكتور K41M، وبعد ذلك يكتمل مسار التيار للمؤقت K42T وبعد مرور الزمن المعايير عليه هذا المؤقت يكتمل مسار التيار للملف K42M فتخرج المقاومة R2 خارج دائرة

العضو الدوار وبنفس الطريقة تخرج مقاومات البدء الواحدة تلو الأخرى، ولا يتبقى إلا المقاومة R4 لزيادة عزم المحرك. وبنفس الطريقة يمكن عكس حركة الونش وذلك بالضغط على الضاغط S4.

٧ / ٩- الونش الذى يعمل فوق مستوى الرأس:

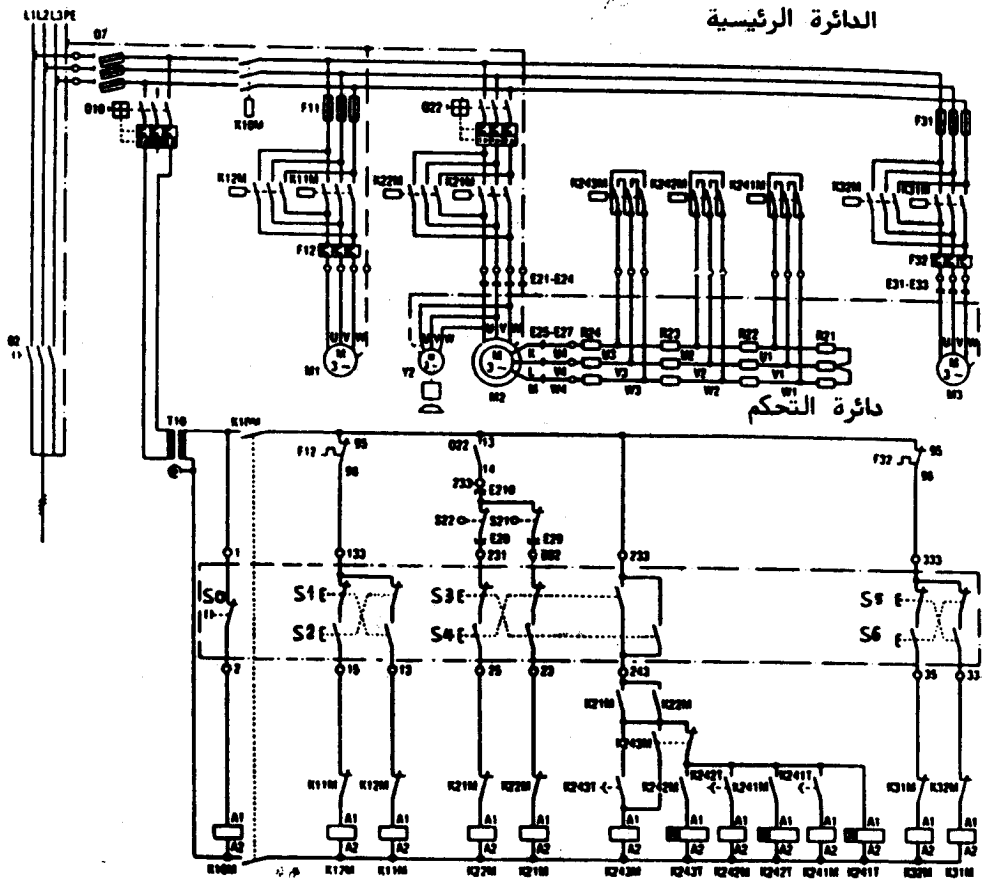
الشكل (٧-١٩) يبين المخطط التكنولوجى لهذا الونش. ويحتوى هذا الونش على ثلاثة محركات وهى كالتى:

المحرك M1 لإحداث الحركة الطولية للونش، أما المحرك M2 فيقوم بإدارة الترس الدودى لرفع وخفض الحمل أما المحرك M3 فيقوم بتحريك ترولى الونش حركة عرضية يمينا ويساراً.



الشكل (٧-١٩)

أما الشكل (٧-٢٠) فيبين الدائرة الرئيسية ودائرة التحكم للونش.



الشكل (٧-٢٠)

محتويات المخطط الكهربى

Q1

المفتاح الرئيسى

Q7

مفتاح سكينه بمصهرات

Q10

قاطع لحماية دائرة التحكم

Q22

قاطع محركات لحماية محرك الترس الدورى

F1, F11, F13

مصهرات الدائرة الرئيسيه ودائرة التحكم

F12, F32

متممات حرارية

M12M, K11M	كونتاكتورات عكس حركة M1
K22M, K21M	كونتاكتورات عكس حركة M2
K243M, K242M, K241	كونتاكتورات العضو الدوار للمحرك M2
K32M, K31M	كونتاكتورات عكس حركة M3
K10M	كونتاكتور فصل ووصل الدائرة الرئيسية ودائرة التحكم
T10	محور التحكم
S0	ضاغط الطوارئ
S1	ضاغط الحركة الامامية للونش
S2	ضاغط الحركة الخلفية للونش
S3	ضاغط الرفع للونش
S4	ضاغط الإنزال للونش
S5	ضاغط الحركة العرضية جهة اليمين
S6	ضاغط الحركة العرضية جهة اليسار
S22, S21	مفاتيح نهايات مشوار الرفع والخفض
K241T, K242T, K243T	مؤقتات زمنية لبدء المحرك M2

نظرية التشغيل :

كما هو واضح أن دائرة الونش تتكون من ثلاثة دوائر معروفة وهي :

١- دائرتين لعكس حركة كلا من M1, M3.

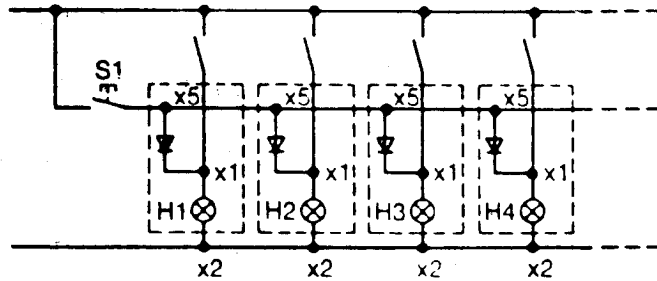
٢- دائرة عكس حركة المحرك M2 ويبدأ حركته بمقاومات بدء من العضو الدوار ويتوقف بفرملة.

٧ / ١٠ - دوائر اختبار لمبات البيان ودوائر الانذار:

٧ / ١٠ / ١ - دوائر اختبار اللمبات:

نظراً لأنه قد يؤدي احتراق بعض لمبات البيان فى لوحة التحكم الخاصة بالمصنع إلى سوء فهم المشغل لاداء نظام التحكم، لذا وجب عمل دوائر لاختبار لمبات البيان، حتى يقوم المشغل من حين لآخر باختبار لمبات البيان للتأكد من سلامتها واستبدال التالف منها بآخر سليم.

والشكل (٧-٢١) يبين أحد الدوائر التى تقوم باختبار لمبات البيان.



الشكل (٧-٢١)

علماً بأنه يفضل فى هذه الدوائر استخدام التيار المستمر فى تشغيل اللمبات، ويستخدم دايود لاختبار كل لمبة بيان حيث يسمح هذا الدايد بمرور التيار القادم من ضاغط الاختبار S1 ثم إلى لمبة البيان الخاصة به لاختبارها، ولا يسمح بالارتداد العكسى للتيار من أحد اللمبات المضيفة عند التشغيل العادى إلى باقى لمبات البيان فى لوحة التحكم.

ملاحظة:

أحياناً يحدث خطأ مشهور فى الأنظمة التى تستخدم دوائر اختبار لمبات البيان، وهو إضاءة مجموعة من اللمبات بطريقة غير طبيعية وهذا ينتج عن انهيار دايود أحد اللمبات، وعند وصول تيار كهربى للمبة هذا الدايد المنهار ينعكس التيار من خلال الدايد المنهار إلى باقى اللمبات فتضىء جميع اللمبات المشتركة فى ضاغط اختبار اللمبات.

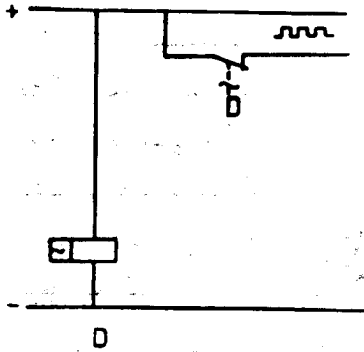
تنقسم هذه الدوائر إلى دوائر الإنذار الضوئى ودوائر الإنذار الصوتى.

أولاً: دوائر الإنذار الضوئى:

ففى دوائر التحكم فى المحركات السابقة استخدم لمبة بيان خضراء لبيان تشغيل المحرك، وأخرى حمراء لبيان زيادة الحمل على المحرك وبالطبع هذه الطريقة تحتاج لعدد كبير من اللمبات خصوصاً لو زاد عدد المحركات وفى الحياة العملية يستخدم عادة لمبة بيان واحدة لكل محرك فعندما تضىء ضوءاً ثابتاً دل ذلك على أن المحرك يعمل بصورة طبيعية، وإذا أضاءت بضوء متقطع دل ذلك على أن المحرك توقف نتيجة لزيادة الحمل عليه وإذا كانت لمبة بيان المحرك غير مضيئة دل ذلك على أن المحرك متوقف عن العمل بصورة طبيعية.

ويمكن توليد تيار كهربى متقطع باستخدام مؤقت رعاش كما هو واضح بالشكل (٢٢-٧) حيث إن المؤقت يبدأ عمله بمجرد تشغيل لوحة التحكم.

ثانياً: دوائر الإنذار الصوتى:



الشكل (٢٢-٧)

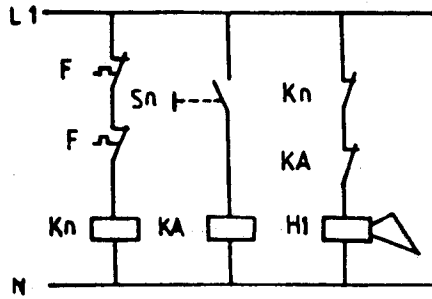
ويستخدم فى هذه الدوائر بوق صوتى لتنبيه المشغل لوجود خلل فى نظام التحكم وبمجرد سماع المشغل لصوت بوق الإنذار الصوتى يقوم بإيقافه بضغطة المعرفة Acknowledge ويبدأ المشغل بالبحث عن مكان الخلل فى لوحة التحكم فعلى سبيل المثال إذا كان الخلل الموجود هو زيادة الحمل على أحد محركات النظام سيجد المشغل لمبة بيان المحرك تضىء بضوء

متقطع، حينئذ يقوم المشغل باستدعاء فريق الصيانة لإزالة سبب الخلل وبعد الانتهاء من الصيانة يقوم المشغل بتحرير المتعم الحرارى أو القاطع الأتوماتيكى للمحرك ثم إعادة المحرك للخدمة مرة أخرى.

ملاحظة:

يستمر الإنذار الضوئي بعد إسكات الإنذار الصوتي بضابط المعرفة، إلى أن يقوم المشغل بتحرير المتعم الحراري أو إعادة قاطع المحركات إلى وضع التشغيل، وذلك بعد انتهاء عملية الصيانة.

والشكل (٢٣-٧) يبين فكرة عمل الإنذار الصوتي وكيفية إيقافه



حيث إن:

Kn ريلاي الإنذار

KA ريلاي إزالة

الإنذار الصوتي

H1 البوق

Sn ضابط المعرفة

الشكل (٢٣-٧)

لإزالة الإنذار الصوتي

٧ / ١١ - وحدة تعبئة الأسمنت السائب

في الشكل

(٢٤-٧) المخطط

التكنولوجيا لهذه

الوحدة والتي يمكن

تشغيلها ذاتياً أو

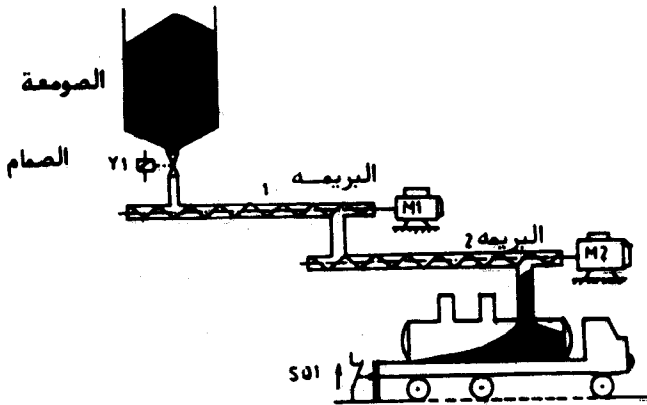
أتماتيكيًا من داخل

غرفة التحكم.

مكونات الوحدة:

صومعة مملوءة

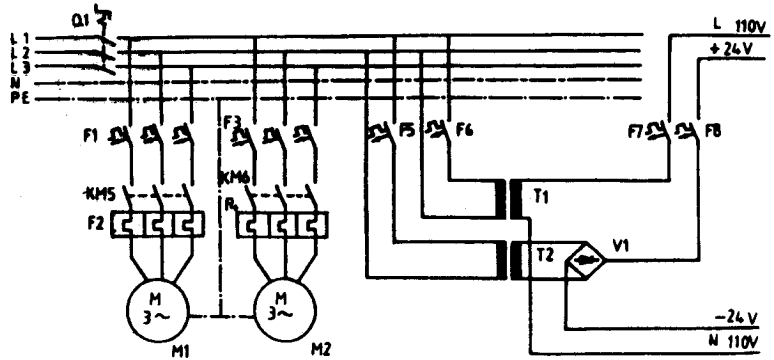
بالأسمنت، صمام



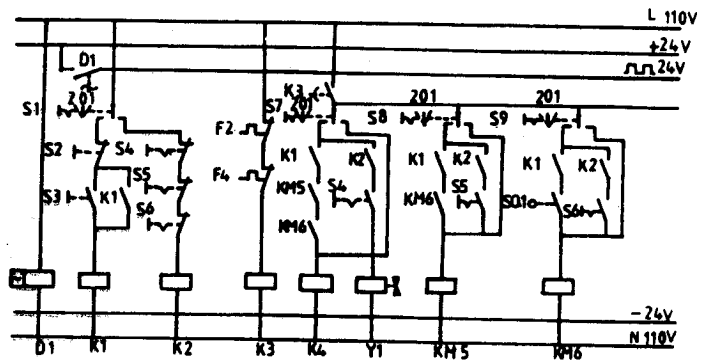
الشكل (٢٤-٧)

للتحكم في فتح وغلق الصومعة، البريمة 1 والبريمة 2 وهما ناقلتان لنقل الأسمنت من الصومعة إلى السيارة المطلوب تعبئتها بالأسمنت.

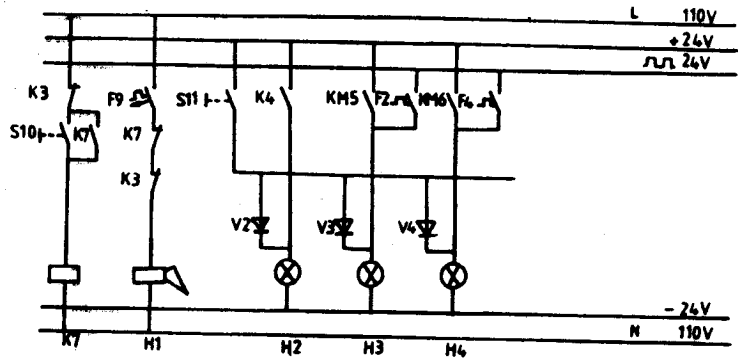
أما الشكل (٢٥-٧) فيبين الدائرة الرئيسية ودائرة التحكم لهذه الوحدة:



المخطط 1



المخطط 2



المخطط 3

الشكل (٢٥-٧)

محتويات المخطط الكهربى :

K1	ريلأى التشغيل الأوتوماتيكى	T1	محول التحكم (380V/110V)
K2	ريلأى التشغيل اليدوى	T2	محول (380V/24V)
K3	ريلأى الإنذار الصوتى	V	قنطرة توحيد
K4	Y ₁ كونتاكتور تشغيل الصمام	S1	مفتاح اختيار نوع التشغيل
KM5	1 كونتاكتور تشغيل محرك البريمة	S2	ضابط الإيقاف
KM6	2 كونتاكتور تشغيل محرك البريمة	S3	ضابط التشغيل
K7	ريلأى إزالة الإنذار الصوتى	S4	Y1 مفتاح التشغيل اليدوى للصمام
Y1	صمام التحكم فى غلق وفتح الصومعة	S5	1 مفتاح التشغيل اليدوى لمحرك البريمة
M11	1 محرك البريمة	S6	2 مفتاح التشغيل اليدوى لمحرك البريمة
M2	2 محرك البريمة	S7	Y ₁ مفتاح الأمان للصمام
H2	لمبة بيان تشغيل الصمام	S8	1 مفتاح أمان لمحرك البريمة
H3	1 لمبة بيان تشغيل محرك البريمة	S9	2 مفتاح أمان لمحرك البريمة
H4	2 لمبة بيان تشغيل محرك البريمة	S10	ضابط المعرفة (إزالة الإنذار الصوتى)
		S11	ضابط اختبار اللمبات
		SQ1	مفتاح نهاية مشوار سيارة الاسمنت

ملاحظات :

١- مفتاح الاختيار يوجد داخل غرفة التحكم وله ثلاثة مواضع (1-0-2) حيث إن الوضع 0 يعنى التوقف، أما الوضع 1 يعنى التشغيل اليدوى للوحدة من داخل غرفة التحكم والوضع 2 يعنى تشغيل الوحدة من غرفة التحكم أوتوماتيكياً.

٢- مفاتيح الأمان توضح بجوار كل محرك ويوجد لها ثلاثة مواضع تشغيل (1-0-2)

والوضع 0 يستخدم أثناء صيانة المحرك والوضع 1 يستخدم أثناء الصيانة للتشغيل اليدوى للمحرك للاطمئنان عليه أما وضع 2 يستخدم للتحكم فى المحرك من داخل غرفة التحكم.

نظرية التشغيل :

للتحكم فى تشغيل الوحدة يدوياً أو أوتوماتيكياً من داخل غرفة التحكم توضع مفاتيح الأمان S7 و S8 و S9 على وضع 2 فعند تشغيل الوحدة أوتوماتيكياً يوضع مفتاح الاختبار (الموجود داخل غرفة التحكم) S1 على وضع 2 ثم بعد ذلك يضغط على الضاغط S3 لبدء التشغيل الأتوماتيكى للوحدة، فيكتمل مسار التيار للملف الريلاى K1، وبمجرد وقوف السيارة فى المكان المخصص لها تحت البريمة 2 ستضغط على مفتاح نهاية المشوار SQ1، وبالتالي يكتمل مسار التيار لبوينة الكونتاكتور KM6 فتدور البريمة 2 وتباعاً يكتمل مسار التيار للملف الكونتاكتور KM6 وتدور البريمة 1 وتباعاً يكتمل مسار التيار للملف الكونتاكتور K4 فيفتح الصمام Y1 فينتقل الأسمنت من الصومعة إل البريمة 1 ثم إلى البريمة 2 ثم إلى السيارة.

وعند حدوث زيادة فى الحمل على البريمة 1 مثلاً ينقطع مسار التيار للملف الريلاى K3 فيكتمل مسار التيار للبوق H1 فيحدث إنذار صوتى وفى نفس الوقت تضىء اللمبة H3 بضوء متقطع، وعندما يقوم المشغل بالضغط على الضاغط S10 يتوقف الإنذار الصوتى ولكن تستمر اللمبة H3 تضىء بضوء متقطع فترشد المشغل على مكان الخلل، فيقوم المشغل بإيقاف الوحدة كلياً بالضغط على الضاغط S2 ثم يحرر المتمم الحرارى F4، وبعد ذلك يقوم فريق الصيانة بوضع مفتاح الأمان S8 على وضع التوقف 0 ولزيادة الأمان يستخدم قفل يدوى لتثبيت المفتاح S8 على وضع 0، وبعد إجراء الصيانة اللازمة فى البريمة 1 يزال القفل ويوضع مفتاح الأمان S8 على وضع 1 فإن دارت البريمة دوراناً طبيعياً أعيد وضع مفتاح الأمان على وضع 2 ويبلغ مشغل لوحة التحكم بانتهاء عملية الصيانة وأن الوحدة جاهزة للعمل فيقوم المشغل بتشغيل الوحدة إما يدوياً أو أوتوماتيكياً من داخل غرفة التحكم، ولنفرض أنه قام بتشغيل الوحدة يدوياً فيتبع الأسلوب الآتى :

يضع مفتاح الاختيار S1 على وضع 1 ويتأكد من أن جميع مفاتيح التشغيل

اليدوية للصمام Y1 والبريمة 1 والبريمة 2 ليست مضغوطة للداخل (أى على وضع OFF) حينئذ يكتمل مسار التيار للملف الريلاى K2 وبعد ذلك يقوم المشغل بالضغط على المفتاح S6 ثم المفتاح S5 ثم المفتاح S4 فيفتح الصمام Y1 الصومعة وينتقل الأسمنت من الصومعة إلى البريمة 1 ثم البريمة 2 ثم إلى السيارة وبعد الانتهاء من ملء السيارة يتم وضع المفاتيح S6,S5,S4 على وضع OFF وذلك بالضغط على S4 ثم S5 ثم S6. ويمكن للمشغل اختبار اللمبات فى أى لحظة بالضغط على الضاغط S11.

ملاحظة:

هناك فرق بين المفاتيح التى تعمل بالانضغاط والضواغط فالأولى تصبح على وضع ON عند الضغط عليها وتستمر هكذا إلى أن يتم الضغط عليها مرة أخرى فتصبح OFF أما الضواغط تصبح على وضع ON أثناء الضغط عليها فقط.

٧ / ١٢ - المصاعد الكهربائية:

تنقسم المصاعد الكهربائية من حيث الأعداد التى تعمل سوياً إلى:

أ - المصعد الكهربى المفرد.

ب- منظومات المصاعد الكهربائية التى تتألف من أكثر من مصعد تعمل سوياً.

وتنقسم المصاعد الكهربائية التى تعمل منفردة من حيث أسلوب عملها إلى:

١- المصاعد الكهربائية ذات الطلب المفرد حيث تلبى هذه المصاعد أول طلب مقدم إليها سواء استدعاء من خارج الكابينة أو تويجه من داخل الكابينة.

٢- مصاعد كهربية تجمع الطلبات عند الصعود وتنفذ الطلبات الأخرى الأقرب فالأقرب أما عند النزول فلا تنفذ إلا الطلب الأول لها.

٣- مصاعد كهربية تجمع الطلبات عند النزول ولا تنفذ عند الصعود إلا الطلب الأول لها.

٤- مصاعد كهربية تجمع الطلبات عند الصعود وتنفذ الطلبات الأقرب فالأقرب، وكذلك تجمع الطلبات عند النزول وتنفذ الطلبات الأقرب فالأقرب.

٥- مصاعد كهربية تجمع الطلبات وتصنفها.

والفرق بين النوع الرابع والخامس هو أن النوع الرابع يجمع الطلبات التي تتفق مع اتجاهه فقط وينفذها أما النوع الخامس فيجمع الطلبات سواء كانت فى اتجاهه أو فى عكس اتجاهه، وينفذ الموجودة فى اتجاهه ويخزن الموجودة فى عكس اتجاهه. وعادة يوضع على كل دور لمصاعد النوع الخامس ضاغطان أحدهما عليه سهم لأعلى والآخر عليه سهم لأسفل.

ملاحظات :

١- أحيانا يستخدم مصعدان داخل العمارة الواحدة أحدهما فى حالة تشغيل والآخر احتياطى.

٢- بالنسبة للمحركات المستخدمة فى المصاعد أحيانا تكون محركات تيار مستمر وأحيانا تكون محركات تيار متردد.

٣- سرعة المصعد المريحة عادة (1:2m/ s) وعادة تكون سريعة فى بادئ الأمر ثم بطيئة قبيل الوقوف وهذا يتم إما باستخدام محركات ذات سرعات متعددة مثل محرك بمجموعتين من الملفات، أو محرك دالندر أو باستخدام وحدات تنظيم السرعة الإلكترونية.

٤- يوجد أنواع من المصاعد التى يتم التحكم فيها بالطرق التقليدية كالمشروحة فى هذا الكتاب أو بالدوائر الإلكترونية أو بالميكروبروسيسور أو بأجهزة التحكم المبرمج.

٥- يوجد أنواع من المصاعد الهيدروليكية التى تعمل باسطونات هيدروليكية تلسكوبية.

١ / ١٢ / ٧ - الأجهزة المستخدمة فى المصاعد الكهربائية :

فيما يلى عرض لمعظم الأجهزة المستخدمة فى المصاعد الكهربائية :

١- ضواغط بلمبات لاختيار الأدوار من داخل الكابينة وتسمى ضواغط توجيه وكذلك ضواغط بلمبات بيان لاستدعاء الكابينة من أى دور.

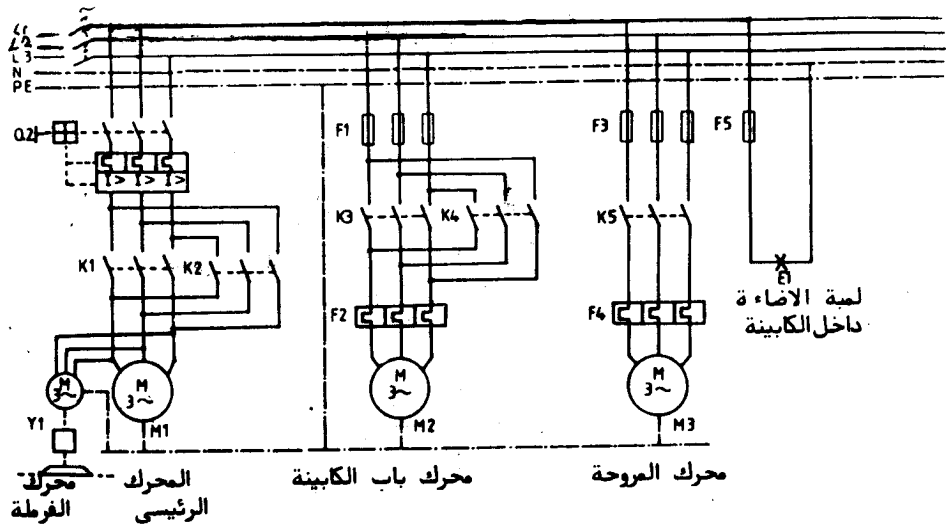
٢- ضاغطين بلمبتين بيان بجوار باب كل دور فى حالة المصاعد المنفردة المجمعة والمصنفة أحدهما لاستدعاء الكابينة إذا كان المقصد هو الصعود والآخر استدعاء الكابينة إذا كان المقصد هو النزول حيث يشار على أحد الضاغطين

- بسهام يشير للصعود ويشار على الضاغط الآخر بسهم يشير للنزول .
- ٤- ضاغط طوارئ داخل الكابينة وآخر خارج الكابينة داخل غرفة بواب العمارة .
- ٥- ضاغط صعود جبرى للكابينة وآخر نزول جبرى لها وذلك أثناء الطوارئ مثل حدوث حريق أو انهيار أحد الأبواب .. إلخ بواسطة البواب .
- ٦- لمبات بيان إرشادية توضع فوق أبواب الأدوار المختلفة كل لمبة تشير لدور من الأدوار وتضىء اللمبة الخاصة بالدور الذى فيه الكابينة .
- ٧- لمبات بيان طوارئ توضع أيضًا فوق أبواب الأدوار المختلفة وتضىء بضوء متقطع فى حالات الطوارئ عندما يضغط أحد الركاب على ضاغط الطوارئ الموجود داخل الكابينة أو عندما يضغط البواب على ضاغط الطوارئ الموجودة عنده .
- ٨- خلية ضوئية على جانبى باب الكابينة لفتح باب الكابينة إذا انتهى وقت الفتح ومازال أحد الركاب يقطع مسار الخلية الضوئية .
- ٩- مفاتيح نهايات مشوار على كل دور من الأدوار للاستدلال على مكان الكابينة .
- ١٠- مفاتيح نهايات مشوار على جانبى أبواب الأدوار لإمكانية التحكم فى فتح وغلق أبواب الأدوار .
- ١١- محرك رئيسى إما محرك تيار مستمر أو محرك تيار متردد .
- ١٢- محرك فرملة لفرملة المحرك الرئيسى أثناء توقفه .
- ١٣- وزن معاكس متصل بالطرف الحر لحبل التعليق للكابينة والمار على بكره وهذا الوزن يساوى وزن الكابينة مضاف إليه نصف وزن أقصى حمل للكابينة .
- ١٤- وسيلة يدوية لرفع الكابينة لأعلى أو إنزالها لأسفل فى الحالات التى ينقطع فيها التيار الكهربى وحالات الطوارئ بصفة عامة .
- ١٥- محرك لفتح وغلق باب الكابينة .
- ١٦- مروحة تهوية داخل الكابينة ولمبة إضاءة للكابينة .

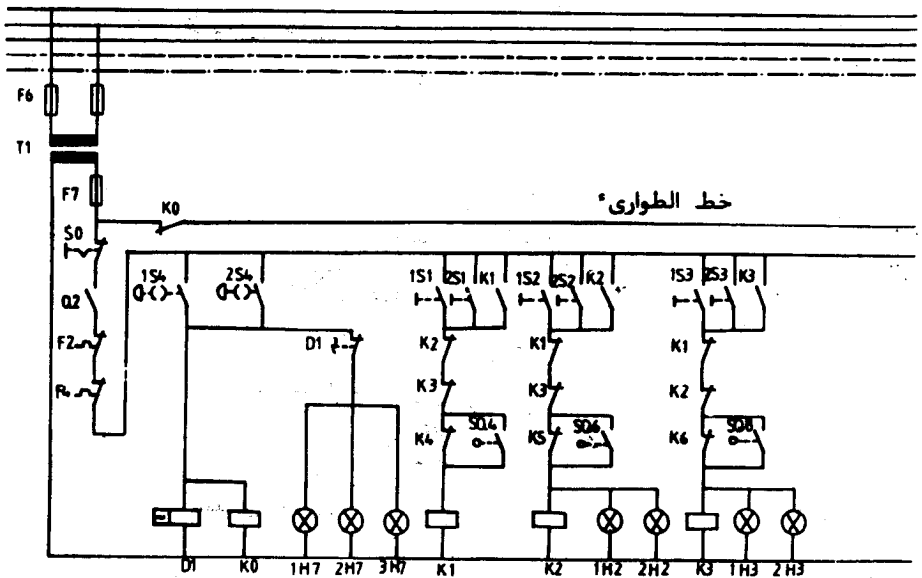
٢ / ١٢ / ٧ - المصعد الكهربى المنفرد ذو الطلب الواحد :

فى الشكل (٧-٢٦) المخطط التكنولوجى لأحد المصاعد الكهربائية من النوع المنفرد والذى يلبي الطلب الأول فقط ويعمل هذا المصعد فى عمارة ثلاثة طوابق .

أما الشكل (٧ - ٢٧) الدائرة الرئيسية ودائرة التحكم لهذا المصعد.



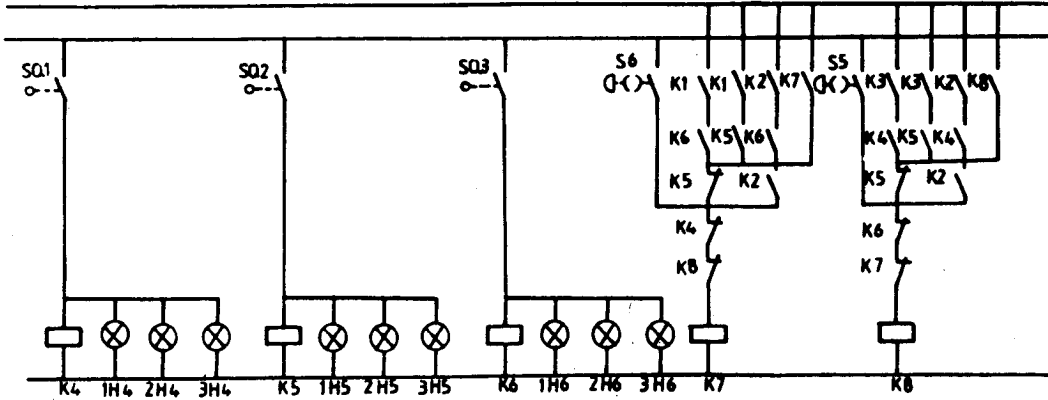
المخطط 1



المخطط 2

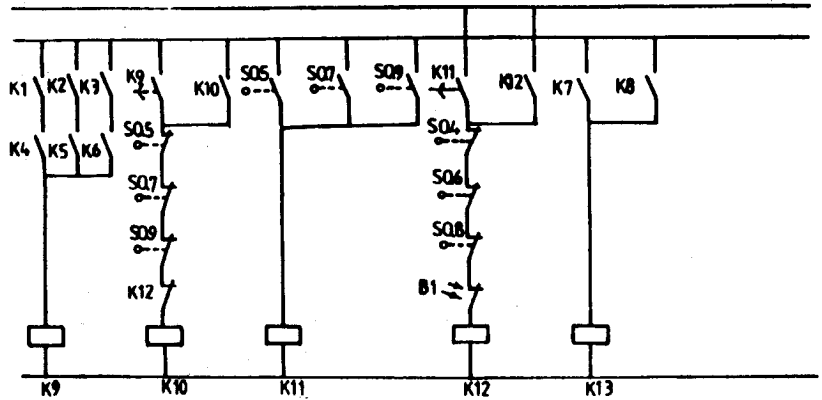
الشكل (٧ - ٢٧)

خط الطوارئ*



المخطط 3

خط الطوارئ*



المخطط 4

تابع الشكل (٧ - ٢٧)

محتويات المخطط الكهربى:

	مفاتيح نهايات مشوار الادوار	لمبات بيان التوجيه (داخل الكابينة):
2H1	الدور الأول SQ1	الدور الأول
2H2	الدور الثانى SQ2	الدور الثانى
2H3	الدور الثالث SQ3	الدور الثالث
	مفاتيح نهايات مشوار غلق الأبواب:	لمبات بيان مواضع الكابينة الموضوعة فوق
	الدور الأول SQ4	باب الدور الأول:
1H4	الدور الثانى SQ6	لمبة بيان الدور الأول
1H5	الدور الثالث SQ8	لمبة بيان الدور الثانى
1H6	مفاتيح نهايات مشوار فتح الأبواب:	لمبة بيان الدور الثالث
	الدور الأول SQ5	لمبات بيان مواضع الكابينة الموضوعة فوق
	الدور الثانى SQ7	باب الدور الثانى:
2H4	الدور الثالث SQ9	الكابينة فى الدور الأول
2H5	ضواغط الاستدعاء (فى الأدوار):	الكابينة فى الدور الثانى
2H6	الدور الثالث:	الكابينة فى الدور الثالث
	الدور الأول 1S1	لمبات بيان مواضع الكابينة الموضوعة فوق
	الدور الثانى 1S2	باب الدور الثالث:
3H4	الدور الثالث 1S3	الدور الأول
3H5	ضواغط التوجيه (داخل الكابينة):	الدور الثانى
3H6	الدور الأول 2S1	الدور الثالث
	الدور الثانى 2S2	لمبات بيان الطوارئ
1H7	الدور الثالث 2S3	فوق باب الدور الأول
2H7	لمبات بيان الاستدعاء من الأدوار:	فوق باب الدور الثانى
3H7	الدور الأول 1H1	فوق باب الدور الثالث
1S4	الدور الثانى 1H2	ضواغط الطوارئ عند البواب
2S4	الدور الثالث 1H3	ضواغط الطوارئ داخل الكابينة
Q1		المفتاح الرئيسى
S0		مفتاح تشغيل وفصل دائرة التحكم
S5		ضابط الصعود الجبرى للكابينة

S6	ضاغط النزول الجبرى للكابينة
B1	الخلية الضوئية
F6,F7	مصهرات دائرة التحكم
T1	محول التحكم
K0	ريلاى الطوارئ
D1	مؤقت رعاش للطوارئ
K1	ريلاى طلب الدور الأول
K2	ريلاى طلب الدور الثانى
K3	ريلاى طلب الدور الثالث
K4	ريلاى وجود الكابينة فى الدور الأول
K5	ريلاى وجود الكابينة فى الدور الثانى
K6	ريلاى وجود الكابينة فى الدور الثالث
K7	كونتاكتور المحرك الرئيسى لهبوط الكابينة
K8	كونتاكتور المحرك الرئيسى لصعود الكابينة
K9	ريلاى تأخير زمن الفتح 2 ثانية
K10	كونتاكتور لتشغيل محرك الباب لفتح الكابينة
K12	كونتاكتور لتشغيل محرك الباب لغلق الكابينة
K11	ريلاى تأخير الغلق 5 ثانية
K13	كونتاكتور المروحة
Q2	قاطع حماية المحرك الرئيسى
F1,F3,F5	مصهرات حماية الدائرة الرئيسية
F2,F4	متممات حرارية
Y1	محرك فرملى
M1	المحرك الرئيسى
M2	محرك باب الكابينة
M3	محرك المروحة
E1	لمبة إضاءة الكابينة

ملاحظة :

أثناء فتح باب الكابينة يوجد خطاف يقوم بسحب باب الدور الذى عليه الكابينة معه ليفتحه هو الآخر والعكس صحيح أثناء الغلق .

الباب الثامن

إنشاء لوحات التحكم

إنشاء لوحات التحكم

٨ / ١ - مراحل إنشاء لوحات التحكم:

لإنشاء لوحة التحكم لأى عملية صناعية يجب المرور على المراحل التالية:

- ١ - مرحلة إعداد المخططات الكهربائية.
 - ٢ - مرحلة الحسابات والاختيارات من الكتالوجات لإعداد قائمة الخامات المطلوبة.
 - ٣ - مرحلة رسم الكروكيات الخاصة بتنظيم أجهزة التحكم على باب لوحة التحكم وداخلها.
 - ٤ - مرحلة تثبيت أجهزة مخاطبة النظام (مثل الضواغط والمفاتيح ولمبات البيان وأجهزة القياس) على باب لوحة التحكم.
 - ٥ - مرحلة تثبيت أجهزة التحكم على لوح التثبيت ثم توصيلها واختبار التوصيل.
 - ٦ - مرحلة تثبيت أجهزة نقل البيانات والمحركات فى الأماكن الخاصة بها داخل العملية الصناعية.
 - ٧ - مرحلة تعليق لوحة تثبيت أجهزة التحكم داخل لوحة التحكم وإتمام عملية التوصيل.
 - ٨ - مرحلة الاختبار العام للوحة التحكم والتعديل إن لزم الأمر.
- ٨ / ٢ - الجداول المستخدمة فى الاختيارات:
- لتعيين تيار الخط للمحركات الثلاثية الوجه أو الأحادية الوجه بمعلومية القدرة وجهد التشغيل يستخدم الجدول (٨ - ١).

الجدول (٨ - ١)

محركات استنتاجية أحادية الوجه				محركات استنتاجية ثلاثية الوجه					
KW	HP	220V A	240V A	KW	HP	220-240V A	380V A	415V A	440V A
0.37	0.5	3.9	3.6	0.37	0.5	1.8	1.03	-	0.99
0.55	0.75	5.2	4.8	0.55	0.75	2.75	1.6	-	1.36
0.75	1	6.6	6.1	0.75	1	3.5	2	2	1.68
1.1	1.5	9.6	8.8	1.1	1.5	4.4	2.6	2.5	2.37
1.5	2	12.7	11.7	1.5	2	6.1	3.5	3.5	3.06
1.8	2.5	15.7	14.4	2.2	3	8.7	5	5	4.42
2.2	3	18.6	17.1	3	4	11.5	6.6	6.5	5.77
3	4	24.3	22.2	3.7	5	13.5	7.7	7.5	7.1
4	5	29.6	27.1	4	5.5	14.5	8.5	8.4	7.9
4.4	6	34.7	31.8	5.5	7.5	20	11.5	11	10.4
5.2	7	39.8	36.5	7.5	10	27	15.5	14	13.7
5.5	7.5	42.2	38.7	9	12	32	18.5	17	16.9
6	8	44.5	40.8	10	13.5	35	20	-	-
7	9	49.5	45.4	11	15	39	22	21	20.1
7.5	10	54.4	50	15	20	52	30	28	26.5
				18.5	25	64	37	35	32.8
				22	30	75	44	40	39
				25	35	85	52	47	45.3
				30	40	103	60	55	51.5
				33	45	113	68	60	58
				37	50	126	72	66	64
				40	54	134	79	71	67
				45	60	150	85	80	76
				51	70	170	98	90	83
				55	75	182	105	100	90
				59	80	195	112	105	97
				63	85	203	117	115	109
				75	100	240	138	135	125
				80	110	260	147	138	131
				90	125	295	170	165	146
				100	136	325	188	182	162
				110	150	356	205	200	178
				129	175	420	242	230	209
				132	180	425	245	240	215
				140	190	450	260	250	227
				147	200	472	273	260	236
				150	205	483	280	270	246
				160	220	520	300	280	256
				180	245	578	333	320	289
				185	250	595	352	325	295
				200	270	626	370	340	321
				220	300	700	408	385	353
				250	340	800	460	425	401
				257	350	826	475	450	412
				280	380	900	510	475	450

بينما يستخدم الجدول (٨-٢) لتعيين مساحة مقطع الموصلات أحادية القلب الممدة داخل قنوات أو مواسير (مجموعة 1) أو مساحة مقطع الكابلات متعددة القلوب (مجموعة 2) أو مساحة مقطع الموصلات أو الكابلات الموضوعة في الهواء مع وجود مسافة بينية تساوى على الأقل قطر الكابل (مجموعة 3) سواء كانت نحاسية (CU) أو ألومنيوم (AL) وذلك بمعلومية التيار.

الجدول (٨ - ٢)

مساحة المقطع mm ²	مجموعة 1		مجموعة 2		مجموعة 3	
	CU A	AI A	CU A	AI A	CU A	AI A
0.75	-	-	6	-	10	-
1	6	-	10	-	10	-
1.5	10	-	10	-	20	-
2.5	16	10	20	16	25	20
4	20	16	25	20	35	25
6	25	20	35	25	50	35
10	35	25	50	35	63	50
16	50	35	63	50	80	63
25	63	50	80	63	100	80
35	80	63	100	80	125	100
50	100	80	125	100	160	125
70	125	-	160	125	200	160
95	160	-	200	160	250	200
120	200	-	250	200	315	200
150	-	-	250	200	315	250
185	-	-	315	250	400	315
240	-	-	400	315	400	315
300	-	-	400	315	500	400
400	-	-	-	-	630	500
500	-	-	-	-	630	500

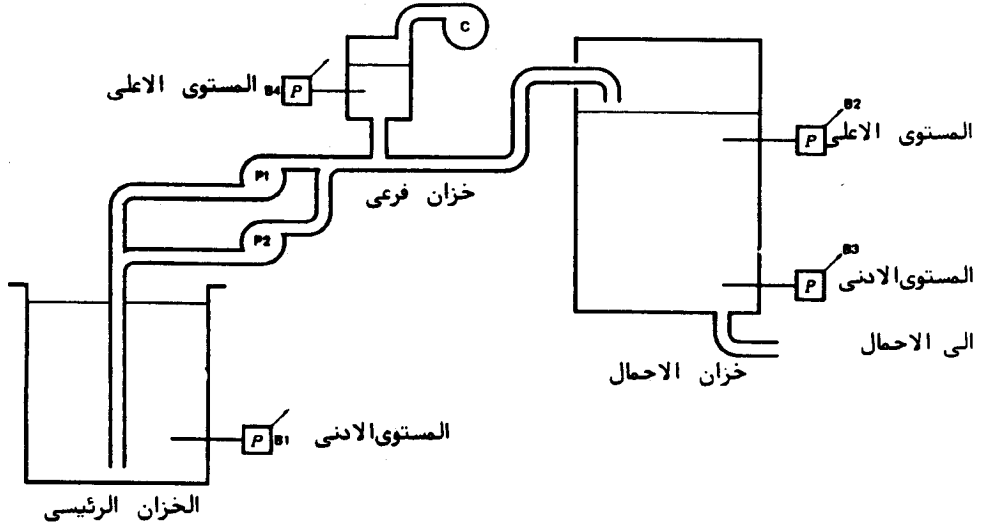
ولتعيين رقم الطلب لكل من الكونتاكتور والمتمم الحرارى ومصهرات الحماية
المصنعة بشركة تليميكنيك الفرنسية بمعلومية قدرة المحرك وجهد تشغيله يستخدم
الجدول رقم (٣-٨).

الجدول (٣-٨)

Motor (I) 220 V		380 V		415 V		440 V		رقم الطلب للكونتاكتور	رقم الطلب للمتمم الحرارى	سعة المصهرات aM g1 Rating (A)
kW	hp	kW	hp	kW	hp	kW	hp			
		0,37	0,5			0,55	0,75	LC1-D093-A65	LR1-D09308A65	2 4
		0,55	0,75			0,75	1	LC1-D093-A65	LR1-D09307A65	4 6
0,37	0,5	0,75	1	1,1	1,5	1,1	1,5	LC1-D093-A65	LR1-D09307A65	4 6
0,55	0,75	1,1	1,5					LC1-D093-A65	LR1-D09308A65	6 10
0,75	1	1,5	2	1,5	2	1,5	2	LC1-D093-A65	LR1-D09308A65	6 10
1,1	1,5	2,2	3	2,2	3	2,2	3	LC1-D093-A65	LR1-D09310A65	8 16
				3	4	3	4	LC1-D093-A65	LR1-D09312A65	12 20
1,5	2	3	4	3,7	5	3,7	5	LC1-D093-A65	LR1-D09312A65	12 20
		3,7	5					LC1-D093-A65	LR1-D09314A65	12 20
2,2	3	4	5,5	4	5,5	4	5,5	LC1-D093-A65	LR1-D09314A65	12 20
3	4	5,5	7,5	5,5	7,5	5,5	7,5	LC1-D113-A65	LR1-D12318A65	18 25
3,7	5			7,5	10	7,5	10	LC1-D173-A65	LR1-D18321A65	20 32
4	5,5	7,5	10	9	12	9	12	LC1-D173-A65	LR1-D18321A65	20 32
		9	12					LC1-D253-A65	LR1-D25322A65	25 50
		10	13,5					LC1-D253-A65	LR1-D25322A65	25 50
5,5	7,5	11	15	11	15	11	15	LC1-D253-A65	LR1-D25322A65	25 50
7,5	10	15	20	15	20	15	20	LC1-D323-A65	LR1-D32353A65	32 63
9	12			18,5	25	18,5	25	LC1-D403-A65	LR1-D40355A65	40 80
10	13,5	18,5	25	22	30	22	30	LC1-D403-A65	LR1-D40355A65	40 80
11	15							LC1-D403-A65	LR1-D40355A65	40 80
		22	30	25	35	25	35	LC1-D603-A65	LR1-D63357A65	63 100
15	20					30	40	LC1-D603-A65	LR1-D63357A65	63 100
		25	35	30	40			LC1-D633-A65	LR1-D63359A65	63 100
				33	45	33	45	LC1-D633-A65	LR1-D63361A65	63 100
18,5	25	30	40	37	50	37	50	LC1-D633-A65	LR1-D63361A65	63 100
		33	45	40	54	40	54	LC1-D693-A65	LR1-D69363A65	80 125
22	30	37	50	45	60	45	60	LC1-D693-A65	LR1-D69363A65	80 125
		40	54			51	70	LC1-FF43	LR1-F105	100 160
		45	60	51	70	55	75	LC1-FF43	LR1-F105	100 160
25	35	51	70	55	75	59	80	LC1-FF43	LR1-F105	100 160
30	40	55	75	59	80			LC1-FF43	LR1-F125	125 200
		59	80			63	85	LC1-FG43	LR1-F125	125 200
33	45							LC1-FG43	LR1-F160	160 250
37	50	63	85	63	85	75	100	LC1-FG43	LR1-F160	160 250
40	54	75	100	75	100	80	110	LC1-FG43	LR1-F160	160 250
45	60	80	110	80	110	90	125	LC1-FG43	LR1-F160	160 250
51	70			90	125			LC1-FG43	LR1-F200	200 315
55	75	90	125	100	136	100	136	LC1-FG43	LR1-F200	200 315
						110	150	LC1-FH43	LR1-F200	200 315
						129	175	LC1-FH43	LR1-F250	250 400
59	80	100	136	110	150	132	180	LC1-FH43	LR1-F250	250 400
63	85	110	150	129	175	140	190	LC1-FH43	LR1-F250	250 400
		129	175	132	180			LC1-FH43	LR1-F315	315 500
75	100	132	180	140	190			LC1-FH43	LR1-F315	315 500
		140	190	147	200	147	200	LC1-FJ43	LR1-F315	315 500
		147	200	160	205	160	205	LC1-FJ43	LR1-F315	315 500
80	110	150	205	160	220	160	220	LC1-FJ43	LR1-F315	315 500

٨ / ٣ - تطبيق عملي على مراحل إنشاء لوحات التحكم :

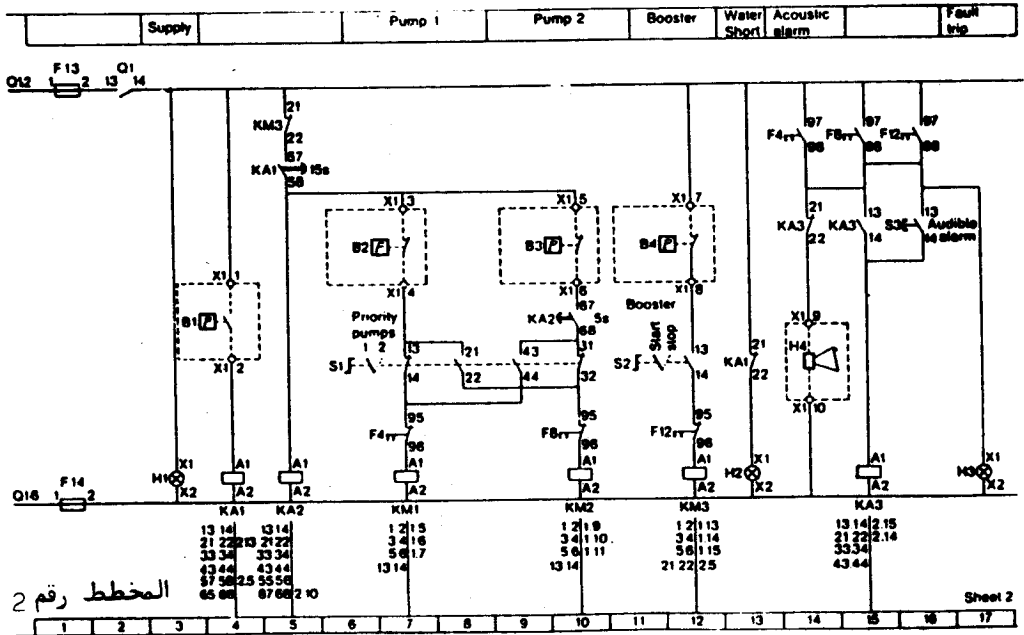
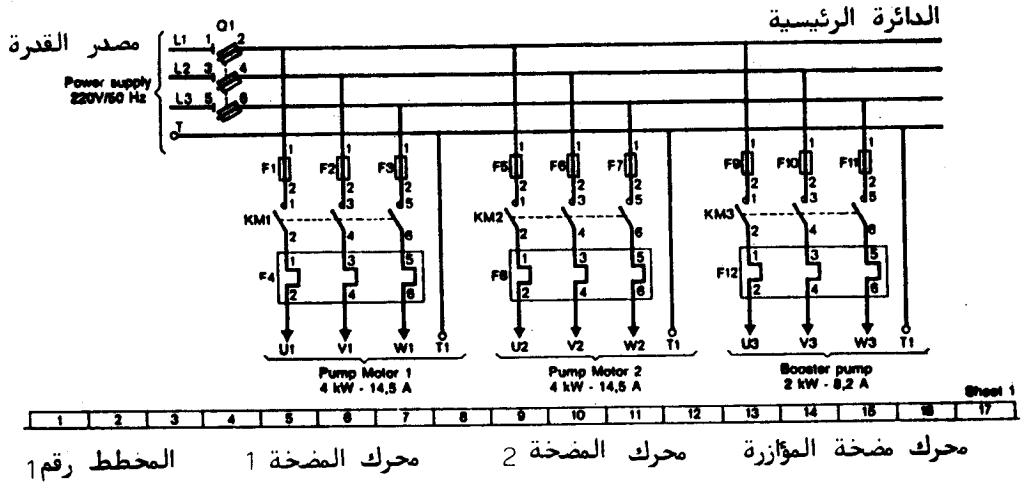
لتوضيح المراحل المختلفة لإنشاء واختبار نظام التحكم لأى عملية صناعية سنأخذ وحدة ضخ المولاس (العسل الأسود) لأحد مصانع أعلاف المواشى كمثال والشكل (٨ - ١) يوضح المخطط التكنولوجى لهذه الوحدة حيث تحتوى على خزان رئيسى للمولاس يوضح بالدور السفلى للمصنع ويستخدم مضختين P1, P2 لضخ المولاس من الخزان الرئيسى إلى الخزان العلوى لتغذية وحدة تصنيع العلف بالمولاس وذلك فى الدور الخامس بالمصنع . وتستخدم مضخة تفريغ C لخفض الضغط فى خزان فرعى لخميد الدوامات التى تحدث أثناء عمل المضختين وأيضاً لتحضير خط السحب للمخضات للتأكد من خلو خط السحب من الهواء . وفى الفقرات التالية سنستعرض المراحل المختلفة لإنشاء نظام التحكم لهذه الوحدة .



الشكل (٨ - ١)

٨ / ٣ / ١ - المخططات الكهربائية لوحدة ضخ المولاس :

الشكل (٨ - ٢) يبين الدائرة الرئيسية ودائرة التحكم لهذه الوحدة .



الشكل (٨ - ٢)

نظرية عمل الوحدة :

عندما يكون الخزان الرئيسى مملوءاً بالمولاس فإن مفتاح الضغط B1 سوف يغلق ريشته المفتوحة فيكتمل مسار التيار للملف KA1 وفى نفس اللحظة يعمل المؤقت الهوائى الذى يؤخر عند الفصل والمثبت على الريلاى KA1 ريشته KA1/57-58 فيكتمل مسار التيار للملف KA2 ويعد تأخير زمنى مقداره 5S يعمل المؤقت الهوائى الذى يؤخر عند التوصيل والمثبت على الريلاى KA2 على غلق ريشته المفتوحة KA2/ 67-68 .

وعند وضع المفتاح S1 على وضع 1 فإن مستوى المولاس فى خزان الاحمال منخفض عن مستوى مفاتيح الضغط B2, B3 فإن مسار التيار سيكتمل لكلاً من KM1, KM2 وتدور المضخة 1, 2, وبمجرد وصول مستوى المولاس إلى مستوى مفتاح الضغط B3 تتوقف المضخة 2 نتيجة لانقطاع مسار التيار للكونتاكتور KM2 والناشئ عن فتح الريشة المغلقة لمفتاح الضغط B3 وتستمر المضخة 1 فى العمل، إلى أن يصل مستوى المولاس فى خزان الاحمال إلى مستوى المفتاح B2 ، عند ذلك تتوقف نتيجة لانقطاع مسار التيار عن ملف KM1 ، والناشئ عن فتح الريشة المغلقة لمفتاح الضغط B2 . وبمجرد انخفاض مستوى المولاس عن مستوى المفتاح B3 . يكتمل مسار التيار للملف KM1 فتدور المضخة 1 علماً بأن المضخة 2 لا تعمل فى هذه الحالة إلا وقت الذروة عند وصول مستوى المولاس فى خزان الاحمال أسفل مستوى المفتاح B3 . وعند وضع المفتاح S1 على وضع 2 ينعكس أسلوب التشغيل بمعنى أن المضخة 2 سوف تعمل إذا انخفض مستوى المولاس عن مستوى المفتاح B2 أما المضخة 1 سوف تعمل وقت الذروة فقط عندما ينخفض مستوى المولاس عن المفتاح B3 . أما إذا انخفض مستوى المولاس فى الخزان الرئيسى عن المفتاح B1 ينقطع مسار التيار عن KA1 وإذا استمر هذا الانخفاض لمدة تزيد عن 15S فإن المؤقت الهوائى المثبت على KA1 سوف يفتح ريشته KA1/57-58 وتتوقف المضخات عن العمل أما إذا كان انخفاض المولاس فى الخزان الرئيسى مدة قصيرة نتيجة، للدوامات التى تحدث عند عمل المضخات فإن المضخات لن تتوقف . وعند وضع المفتاح S2 على وضع Start وكان مستوى المولاس فى الخزان الفرعى أقل من مستوى المفتاح B4 فإن مسار التيار

سيكتمل للكونتاكتور KM3 بينما ينقطع مسار التيار عن كل من KM1, KM2 وتتوقف المضختان 1,2 وتعمل المضخة C إلى أن يصل مستوى المولاس فى الخزان الفرعى إلى مستوى B4 حينئذ تتوقف وتستخدم المضخة C للتحضير للمضختين P2, P1 فى بداية التشغيل . علماً بأنه طوال فترة تشغيل الوحدة فإن اللمبة H1 تضى وإذا حدث زيادة فى الحمل على أحد المحركات الثلاثة M1, M2, M3 تضى اللمبة H3 ويعمل البوق H4 ويمكن إزالة الإنذار الصوتى بواسطة S3 حيث يكتمل مسار التيار ملف KA3 (ريلاي إزالة الإنذار اصوتى) فتفتح الريشة KA3/21-22 وينقطع التيار عن البوق H4 بينما تستمر اللمبة H3 مضيئة .

ملاحظات :

١- المؤقت الهوائى المثبت على KA1 يمنع دوران المضخة المساعدة فى بداية تشغيل الوحدة سواء كانت P1 أو P2 فى حالة تشغيل إلا بعد مرور 5 ثوانى من بداية تشغيل الوحدة .

٢- يرسم تحت كل ملف كونتاكتور أو ريلاي محور رأسى على يساره أرقام ريش الكونتاكتور أو الريلاى وعلى يمين المحور يوضع رقم المسار الذى توجد فيه الريشة المستخدمة فعلى سبيل المثال الريلاى KA1 يحتوى على 4 ريش تحكم ويحتوى المؤقت الهوائى المثبت عليه على 2 ريشة والريش المستخدمة هى 21.22 الموجودة فى المخطط 2 المسار 13 وكذلك الريشة 57.58، وهى توجد فى المخطط 2 المسار 5 أما الكونتاكتور KM1 فيحتوى على 4 ريشة ثلاث رئيسية وهم الريشة 1-2 وتوجد فى المخطط 1 المسار 5 والريشة 3-4 توجد فى المخطط 1 المسار 6 والريشة 5-6 توجد فى المخطط 1 المسار 7 أما الريشة المساعدة 13-14 فلم تستخدم وهكذا .

٨/ ٣/ ٢ - مرحلة إعداد قوائم الأجهزة والخامات :

يتم اختيار الكونتاكتور والمتمم الحرارى وسعة المصهر المناسب للمضخات 1,2 والمقابلة للقدرة 4KW وجهد التشغيل 380V من الجدول (٨-٣)

كما يلى : رمز الكونتاكتور LC1-D093,A65 .

رمز المتمم الحرارى LR1 - D09314A65

سعة المصهر 20A نوع (G1) أو 12A نوع (AM) .

ومن نفس الجدول يمكن اختيار الكونتاكتور والمتمم الحرارى وسعة المصهر المناسب

للمضخة C عند القدرة 2KW وجهد التشغيل 380V كما يلي :

رمز الكونتاكطور LC1 - D093.A65

رمز المتعم الحرارى LR1- D09310A65

سعة المصهر 16A نوع (G1) أو نوع AM.

علماً بأن جهد ملفات الكونتاكطورات يجب أن يساوى جهد دائرة التحكم وهو 220V أما سعة مصهرات حماية دائرة التحكم فعادة تختار 4A نوع (AM) للدوائر المتوسطة مثل التى نحن بصدددها، أما فى الدوائر الكبيرة فقد يصل إلى 10A نوع (AM).

ولاختيار سعة مصهرات السكينة الرئيسية نعين أولاً القدرة الكلية للوحدة من القانون الآتى :

$$P_t = 1.1 (P_1 + P_2 + P_3 + \dots) \text{ (KW)}$$

حيث إن : P_t هى القدرة الكلية، P_1 قدرة محرك $P_2, M1$ قدرة المحرك $M2$... وهكذا وبالتالي فإن القدرة الكلية تساوى :

$$p_t = 1.1 (2 + 4 + 4) = 11\text{kw}$$

ومن الجدول (٨-٣) يتم اختيار سعة المصهر المقابلة للقدرة 11kw وجهد 380V فيكون 25A نوع (AM) أو 50A نوع (G1) وبنفس الطريقة يمكن اختيار باقى أجهزة التحكم المستخدمة من الكتالوجات وفيما يلى قائمة بأجهزة التحكم المستخدمة ومواصفاتها الفنية وأرقام طلبها من كتالوجات شركة تليميكنيك :

اسم الصنف	الرمز بالخطوط	المواصفات الفنية	رقم الطلب من الكتالوج
سكينة رئيسية	Q1	3 أقطاب مزودة بريشة NO وبها مصهرات سعتها 25A (AM) أو (G1) 50A .	GK1 - EK
قواعد مصهرات	F1 ...F14	على شكل موديوالات	DF6 - AB10
مصهرات	F1,F2 F3, F5 F6,F7	سعتها 20A (G1) أو 12A (AM)	DF2- CA12
مصهرات	F13,F14	سعتها 4A (AM)	DF2 - CA08
مصهرات	F9,F10,F11	سعتها 16A (G1) أو 8A (AM)	DF2- CA08
كونتاكتور	KM1 KM2	3 أقطاب وقدرته 4KW عند جهد 380V وجهد ملف 220V ومزود بريشة إضافية NO	LC1 - D093.A65
كونتاكتور	KM3	3 أقطاب وقدرته 2KW عند جهد 380V وجهد ملف 220V ومزود بريشة إضافية NO	LC1 - D0 93.A65
متعم حرارى	F4,F8	يقوم بحماية محرك قدرته 4KW عند جهد 380V	LR-D09314A65
متعم حرارى	F12	يقوم بحماية محرك قدرته 2KW عند جهد 380V	LR1-D09314A65
ريلای كهرومغناطیسی	KA1 KA2	مزود بریش مساعدة نظمها كالآتى 2NO+2NC وجهد ملفها 220	CA2-DN1319MA65
مؤقت هوائى	مثبت على KA1	يؤخر عند الفصل 15S	LA3 - D22 A65
مؤقت هوائى	مثبت على KA2	يؤخر عند الفصل 5S	LA2 - D22 A65
لمبة إشارة	H1	لونها أخضر وتثبت على الصاج وقطر قاعدتها 22mm وتعمل عند جهد 220V	XB2 - BV63

اسم الصنف	الرمز بالخطوط	المواصفات الفنية	رقم الطلب من الكتالوج
لمبة إشارة	H2, H3	لونها أحمر وتثبت على الصاج وقطر قاعدتها 22mm وتعمل عند جهد 220V	XB2 - BV64
بوق	H4	جهد تشغيل 220V وشدة صوته على مسافة 2m (96dB) وقدرته 11VA	يطلب من شركة Legrand برقم 41349A
مفاتيح ضغط	B1,B2,B3,B4	يتراوح ضغط التشغيل لها ما بين 2bar إلى 18bar ومزودة بفرشة قلاب CO	XMJ- A0207
مفتاح اختيار	S1	له وضعان تشغيل 1,2 ومزودة بأربع ريش 2NO+2NC	2B2 - BD25
مفتاح اختيار	S2	بوضعي تشغيل Stop - Start	XB2 - BD21
ضاغط	S3	مزود بفرشتين NO + NC	XB2 - BA21

بعد ذلك يتم عمل حصر للمخامات المطلوبة والتي يمكن تلخيصها فيما يلي :

١- الموصلات والكابلات CONDUCTORS AND CABLES :

لتعيين مساحة مقطع الموصلات والكابلات نتبع الآتي :

- نعين شدة التيار المار في الموصلات والكابلات من الجدول (٨-١) .

- نعين مساحة مقطع الموصلات من الجدول (٨-٢) (مجموعة 1) .

- نعين مساحة مقطع الكابلات من الجدول (٨-٢) (مجموعة 2) .

أ - تعيين مساحة مقطع موصلات وكابلات المحركين M1,M2

من الجدول (٨-١) نجد أن تيار التشغيل المقابل للقدر 4KW والجهد 380V هو 8.5A . ومن الجدول (٨-٢) تحت المجموعة 1 فإن مساحة مقطع الموصلات المناسبة هي 1.5mm² ومن الجدول (٨-٢) تحت المجموعة 2 فإن مساحة مقطع الكابلات المناسبة هي 1.5mm² .

ب- تعيين مساحة مقطع موصلات وكابلات المحرك M3:

من الجدول (٨-١) نجد أن تيار التشغيل المقابل للقدرة 2KW والجهد 380V هو 5A ومن الجدول (٨-٢) تحت المجموعة 1 فإن مساحة مقطع الموصلات المناسبة هي 1mm^2 ومن نفس الجدول تحت المجموعة 2 فإن مساحة مقطع الكابلات المناسبة هي 1mm^2 وعادة تختار مساحة المقطع بحيث لا تقل عن 1.5mm^2 لاعتبارات ميكانيكية.

ج- تعيين مساحة مقطع موصلات وكابلات المصدر الرئيسى:

من الجدول (٨-١) نجد أن تيار التشغيل المقابل للقدرة 11kw والجهد 380V هو 22A. ومن الجدول (٨-٢) تحت المجموعة 1 فإن مساحة مقطع الموصلات هي 6mm^2 . ومن الجدول (٨-٢) تحت المجموعة 2 فإن مساحة مقطع الكابلات هي 4mm^2 .

د- تعيين مساحة مقطع موصلات وكابلات دائرة التحكم:

عادة تؤخذ مساحة مقطع موصلات دائرة التحكم 1.5mm^2 أو 2.5mm^2 وبالمثل بالنسبة لكابلات الأجهزة الخارجية مثل مفاتيح الضغط.

وعادة فإن لون موصلات الدائرة الرئيسية سوداء للخطوط الحية وزرقاء لخط التعادل وأصفر مختلط مع أخضر للخط الأرضى.

أما دائرة التحكم فيستخدم فيها عادة موصلات لونها أحمر للخط الحى وأزرق لخط التعادل.

٢- نهايات الشعب SCREW CLAMP TERMINALS:

يوجد ثلاثة أنواع من نهايات الشعب الأولى، تستخدم لتوصيل الخطوط الحية ولونها أصفر فالج والثانية تستخدم لتوصيل خط التعادل ولونها أزرق والثالثة لتوصيل الخط الأرضى ولونها أصفر مختلط بأخضر أما المقاسات القياسية لنهايات الشعب الموجودة فى الاسواق والتي تثبت على قضبان (أوميجا) هي 2.5 , 4.6 , 10 , 16 , 35 , 70 , 85 , 95 , 240 mm² الكهربائية الموجودة على باب لوحة التحكم مع الأجهزة الموجودة داخل اللوحة، وأيضا لتوصيل الأجهزة الكهربائية الموجودة خارج لوحة التحكم مثل المحركات ومفاتيح

الضغط مع ما بداخل لوحة التحكم، وأخيراً لتوصيل مصدر القدرة مع المفتاح الرئيسي أو القاطع الرئيسي. ونهايات الشعب المستخدمة في وحدة المولاس هم 10 ولونهم أصفر فاتح ومقاسها 2.5mm^2 .

٣ - قنوات تمديد الموصلات وقضبان أوميغا:

CABLE DUCTS AND OMEGA RAILS

وتستخدم القنوات لتمديد الموصلات الموجودة داخل لوحة التحكم، ويجب أن يتناسب حجم هذه القنوات مع عدد الموصلات المدة داخل اللوحة، وفيما يلي الأبعاد القياسية لقنوات تمديد الموصلات بالملي متر:

25X25	37.5X25	37.5X87.5	62.5X87.5
25X37.5	37.5X37.5	62.5X37.7	75X62.5
25X62.5	37.5X62.5	62.5X62.5	125X87.5

والمقاس المستخدم في وحدة المولاس 37.5X25mm بطول 130mm ويمكن معرفة ذلك من الشكل ٨-٤ ب. أما قضبان الأوميغا فتستخدم لتثبيت جميع أجهزة التحكم الموجودة داخل لوحة التحكم وعادة تستخدم قضبان الأوميغا المتماثلة ذات العمق 7mm أو 15mm والطول المستخدم في وحدة المولاس 90cm ويمكن معرفة ذلك من الشكل ٨-٤ ب.

٤ - جلب الكابلات CABLE GLANDS:

وتستخدم جلب الكابلات في مداخل ومخارج الكابلات في لوح التحكم وتعد جلب الكابلات بمثابة نقاط التثبيت للكابلات، وبالتالي تمنع انتقال الشد على الكابلات إلى نقاط تثبيتها مع نهايات الشعب داخل لوحة التحكم، وهناك نوعان من جلب الكابلات الأول مصنوع من الصلب وبداخلها جوان مطاطي والثاني مصنوع من البلاستيك وبداخلها جوان مطاطي.

وعند اختيار الجلب المناسبة تختار على حسب القطر الخارجى للكابلات، حتى يمكن إمرار الكابلات بداخلها علماً بأنه لكل جلبية قطر أصغر وآخر أكبر حتى يمكن

استخدامها مع عدة مقاسات مختلفة للكابلات، وفيما يلي القطر الأصغر والأكبر
لجلب الكابلات المتوفرة في الأسواق بالمليمتر.

6:14	21:27
8:16	31:37
13:21	32:43

والمستخدم في وحدة المولاس 8 جلب كابلات مقاس 6:14mm.

٥ - لوحة التحكم PANEL :

طرق حساب الأبعاد المناسبة للوحة التحكم :

الطريقة الأولى :

(التركيب المباشر) وهذه الطريقة مناسبة للوح التحكم الصغيرة حيث توضع
جميع أجهزة التحكم التي ستثبت داخل اللوحة على لوح ورق وهو يمثل لوح
التثبيت داخل اللوحة وتنظم أجهزة التحكم بعدة طرق مختلفة وصولاً لأفضل توزيع
ومن ثم يمكن معرفة أبعاد لوح التثبيت المطلوب وتباعاً يمكن معرفة أبعاد لوحة
التحكم .

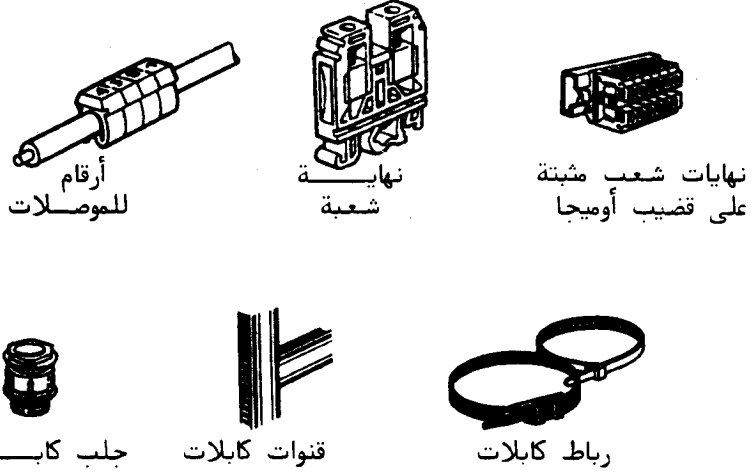
الطريقة الثانية :

(الطريقة الحسابية) وهذه الطريقة دقيقة جداً وسريعة في نفس الوقت وتتلخص
في جمع مساحات أجهزة التحكم المستخدمة والتي يتم الحصول عليها من
كتالوجات الشركة المصنعة، أو بالقياس ثم ضرب المجموع الكلي للمساحات في
معامل حتى نعوض مساحة قنوات تمديد الكابلات والفراغات وأماكن تثبيت
القضبان وعادة فإن هذا المعامل يتراوح ما بين (2.2:2.5) ويمكن تصنيع لوحات
التحكم محلياً من الصاج المجلفن الذي سمكه 1.5mm^2 وعادة فإن باب اللوحة يصنع
من صاج مجلفن سمكه $1:1.5\text{mm}^2$ وتطلى اللوحات بدهانات تناسب الأجواء التي
ستوضع فيها علماً بأنه يوجد لوحات جاهزة مختلفة المقاسات تباع في الأسواق .
وبالنسبة للوحة وحدة المولاس فإن المساحة الكلية لأجهزة التحكم المستخدمة من
واقع كتلوج تليميكنيك 0.0518m^2 فإذا اخترنا المعامل 2.2 يكون مساحة لوح
التثبيت مساوياً :

$$A = 2.2 (A1 + A2 +) m2$$

$$A = 2.2 \times 0.0518 = 0.113 M2$$

أى يمكن اختيار دولاب تحكم طولہ 0.4m وعرضہ 0.3 فتكون مساحته 0.12m. والشكل (٣-٨) يبين صور أهم الخامات المستخدمة أثناء إنشاء لوحات التحكم.

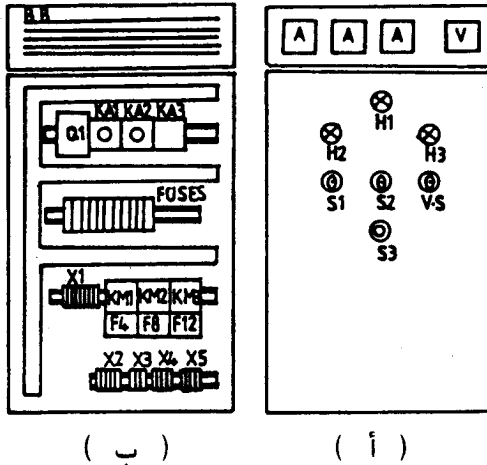


الشكل (٣-٨)

٣/٣/٨ - مرحلة رسم الكروكيات:

الشكل (٨-٤) يبين تصورا لتنظيم أجهزة التحكم على باب لوحة التحكم أما الشكل (٨-٤) يبين تصور لتنظيم أجهزة التحكم داخل لوحة التحكم.

وكما هو واضح من الشكل (٨-٤) أنه استخدم ثلاثة أجهزة أميتر لقياس التيار وجهاز فولتميتر مع مفتاح اختيار بأربعة مواضع لقياس الجهود الخطية الثلاثة L1L2-L3L2-L3L1 والجهود الوجهي L1N أما الشكل (٨-٤) فيلاحظ فيه خمسة مجاميع لنهايات الشعب: المجموعة X1 مكونة من 10 نهايات شعب لدائرة التحكم والمجموعة X2 مكونة من 5 نهايات شعب للمصدر والمجموعة X3



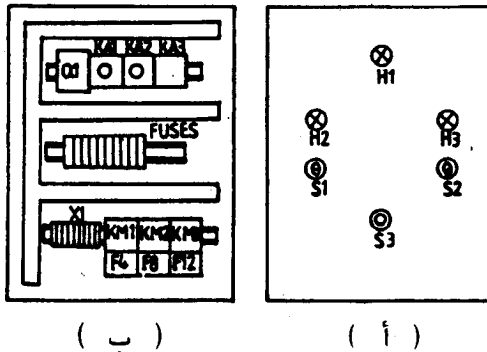
مكونة من 4 نهايات شعب
للمحرك M1 والمجموعة X4 مكونة
من 4 نهايات شعب للمحرك M2
والمجموعة X5 مكونة من 4
نهايات شعب للمحرك M3.

ملاحظة :

لو أستخدم التنظيم الموضح
بالشكل (٨-٤) فإن أبعاد
اللوحة سوف تزداد عن

الشكل ٨-٤

30X40cm لإضافة مكان لأجهزة القياس وقضبان التوزيع ومجموعات نهايات
الشعب X2,X3,X4,X5.



أما الشكل (٨-٥) فيبين
تصور آخر لتنظيم أجهزة التحكم
على باب اللوحة والشكل
(٨-٥ ب) يبين تصور آخر
لتنظيم أجهزة التحكم داخل
اللوحة وكما هو واضح أنه لم
يستخدم أجهزة قياس ولا قضبان
توزيع ولا المجموعات
X2,X3,X4,X5 وعلى كل حال

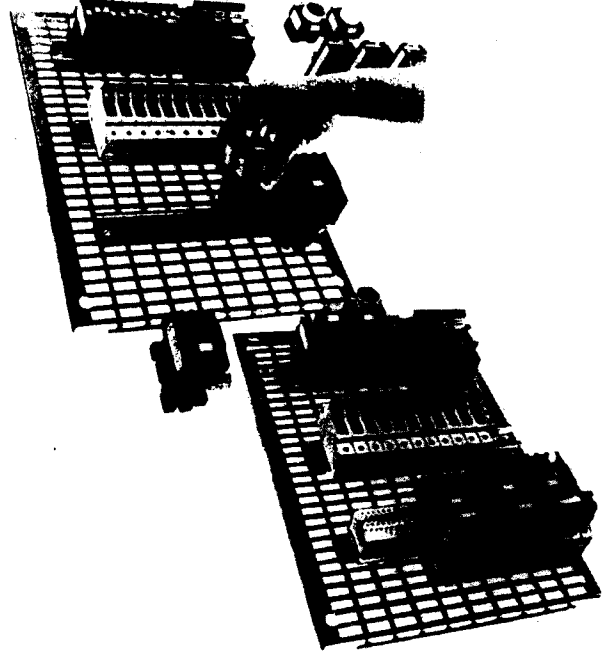
الشكل ٨-٥

يمكن اختيار النموذج الثانى الموضح بالشكل (٨-٤) فى التنفيذ لأنه أوفر من
الناحية الاقتصادية.

٨/٣/٤ - تثبيت وتوصيل أجهزة التحكم:

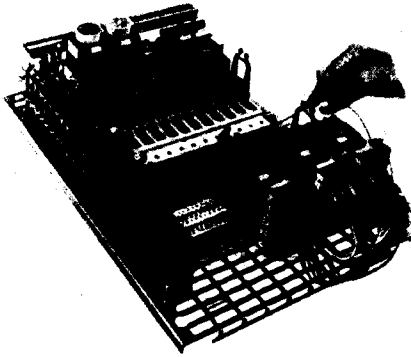
الشكل (٨-٦) يبين طريقة تثبيت الأجهزة على اللوح المثقب.

Fixing the components



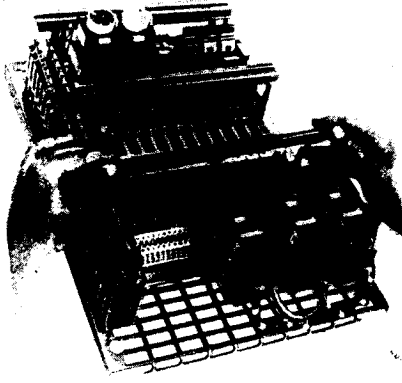
الشكل (٨-٦)

أما الشكل (٨-٧) يبين شكل لوح
التثبيت بعد تثبيت كلبسات الكابلات
وقنوات الكابلات وتوصيل الأسلاك.



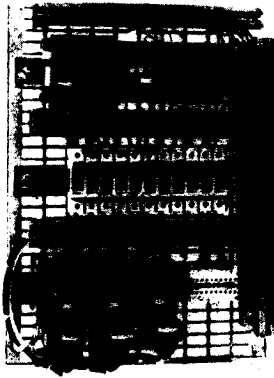
الشكل (٨-٧)

والشكل (٨ - ٨) يبين طريقة تغطية
قنوات الكابلات والكليسات بأغطية
قنوات .



الشكل (٨ - ٨)

أما الشكل (٨ - ٩) فيبين شكل لوح التثبيت
بعد إتمام التثبيت والتوصيل .



الشكل (٨ - ٩)

٨ / ٣ / ٥ - مرحلة استكمال لوحة التحكم لوحدة المولاس :

بعد الانتهاء من اختبار توصيل أجهزة التحكم المثبتة على لوح التثبيت ، يتم
تعليق لوح التثبيت داخل لوحة التحكم وتوصل الأجهزة المثبتة على لوح التثبيت مع
الأجهزة المثبتة على باب لوحة التحكم من خلال نهايات شعب (أطراف توصيل)
معدة لذلك ، وكذلك توصيل مفاتيح الضغط مع لوحة التحكم من خلال نهايات
الشعب الخاصة بها وأيضا يتم توصيل مصدر القدرة والمحركات بلوحة التحكم
والشكل (٨ - ١٠) يبين شكل دولاب التحكم بعد استكمالها وبعد ذلك يتم ضبط
كل من الموقتات الزمنية على الأزمنة المطلوبة ، وكذلك تضبط المتممات الحرارية على
تيار تشغيل المحركات ، وبعد ذلك يتم اختبار الوحدة مباشرة ، وذلك بتوصيل التيار

الكهربى ثم التشغيل، فإن كان التشغيل موافقا للأداء المطلوب دخلت الوحدة للخدمة، وإلا يتم عمل التعديل المناسب فى دائرة التحكم بواسطة المهندسين والفنيين المدربين.



الشكل (٨-١٠)

الباب التاسع

الصيانة الوقائية واكتشاف الأعطال

الصيانة الوقائية واكتشاف الأعطال

١ / ٩ - الصيانة الوقائية لأجهزة التحكم :

تعد الصيانة الوقائية من أهم الأعمال التى تجرى لضمان استمرارية عمل الاجهزة الكهربائية بحالة جيدة وبأمان، وتتمتع المشاكل الصغيرة من التفاقم حتى يحدث انهيار كامل يؤدى إلى توقف النظام بأكمله، وعادة تدون أعمال الصيانة الوقائية فى جداول زمنية، يذكر فيها بيانات عن الاجهزة المختلفة التى تجرى عليها أعمال الصيانة وزمن إجراء الصيانة عليها. ويمكن القول بأن أعمال الصيانة البسيطة التى تجرى عليها لمدة دقائق معدودة كل أسبوع تمنع حدوث انهيار يوقف النظام لساعات طويلة وفيما يلى النقاط الأساسية للصيانة الوقائية :

١- الفحص :

ويتلخص الفحص فى ملاحظة الأمور الغير طبيعية للأجهزة مثل ارتفاع درجة الحرارة - تراكم الأتربة على الأجهزة - فك مسامير الرباط - سماع صوت أزيز - شم رائحة غير طبيعية .. إلخ .

٢- التنظيف :

إن عملية تنظيف الأجهزة من الداخل والخارج من الأمور الهامة لتشغيل الجيد لمنع تسرب التيار وارتفاع درجة الحرارة وعادة يتم تنظيف الأجهزة الكهربائية بواسطة نفخ الأتربة بهواء جاف بضغط منخفض، وكذلك تتم عملية التنظيف لاي جهاز تحكم أثناء عمل صيانة أو إصلاح له .

٣- التبريد :

عادة تؤدى الاهتزازات الناتجة عن فصل ووصل الكونتاكتورات، وكذلك عمل الماكينات، إلى فك مسامير الرباط للأجهزة الكهربائية الأمر الذى يؤدى إلى ارتفاع درجة حرارتها، لذلك يجب التأكد من إحكام رباط المسامير وذلك بالمعدات المناسبة .

٤- المحافظة على الأجهزة جافة :

عادة تسبب الرطوبة صداً معادن أجهزة التحكم، مما يؤدي إلى زيادة مقاومتها الكهربائية وارتفاع درجة حرارتها، وكذلك تؤدي الرطوبة إلى تسرب التيارات من الخطوط الحية إلى الأرضي أو حدوث قصر كامل بين الأوجه والأرضي، لذلك من المفروض على الفنيين التأكد من إحكام غلق أجهزة التحكم التي تعمل في العراء أو في الأماكن الرطبة.

٥- استخدام الأجهزة الإلكترونية لمراقبة كل من :

أ- اتزان الأوجه : أ- وعادة ينشأ عدم اتزان الأوجه في الدوائر ثلاثية الوجه نتيجة للأحمال أحادية الوجه، علماً بأن عدم اتزان الأوجه يؤدي إلى ارتفاع درجة حرارة المحركات ثلاثية الوجه التي تعمل على نفس الشبكة الأمر الذي يؤدي إلى احتراقها إذا عملت مدة طويلة بهذا الحال.

ب- فقدان أحد الأوجه : ينشأ فقدان أحد الأوجه نتيجة لاحتراق أحد مصهرات الأوجه الثلاثة للمحرك أو تعرض الشبكة الكهربائية لصاعقة أو عند حدوث انهيار ميكانيكي للمفتاح أو القاطع الرئيسي، وعادة لا يمكن ملاحظة هذه الحالة بواسطة أجهزة الفولتميتر، وذلك لأن المحركات تولد جهد على الوجه المفقود أثناء دورانها مساوي لجهد الوجهين الآخرين.

ج- انعكاس الأوجه : يحدث انعكاس الأوجه عند تعديل توزيع القدرة الكهربائية في الشبكة، وكذلك عند إجراء صيانة على الكابلات والقواطع الرئيسية، ويؤدي انعكاس الأوجه في الشبكة إلى انهيار الآلات المدارة في بعض الأحيان، وكذلك إحداث بعض الإصابات للمشغلين. وتقوم معظم الشركات الكبيرة والمصنعة لأجهزة التحكم بتوفير عدد كبير من المتممات الإلكترونية لحماية الدوائر الكهربائية من عدم اتزان الأوجه وفقدان أحد الأوجه وانخفاض أو ارتفاع جهد المصدر وانعكاس الأوجه، فعلى سبيل المثال تقوم شركة تليميكنيك الفرنسية بتوفير المتممات الآتية في الأسواق :

١- متمم مراقبة الأوجه الثلاثة (RM2 - TU1)

THREE PHASE VOLTAGE MONITORING RELAY

حيث يفصل الدائرة عند :

أ - انخفاض أو ارتفاع الجهد عن الحدود (0.85:1.1Vn).

ب- اختلال توازن الأوجه عن 20% بالزيادة أو النقصان .

٢- متمم عدم اتزان الأوجه (RM2 - TA1)

PHASE SEQUENCE RELAY

حيث يفصل الدائرة عند :

أ- اختلال توازن الأوجه عن 15% (أى زيادة الجهد أو نقصانه لأحد الأوجه

عن الوجهين الثانيين بنسبة 15%Vn).

ب- انعكاس دوران الأوجه .

٣- متمم تتابع الأوجه (RM2-TR1) PHASE SEQUENCE RELAY

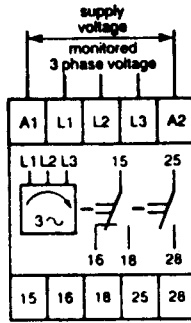
حيث يفصل الدائرة عند :

أ- انعكاس تتابع الأوجه :

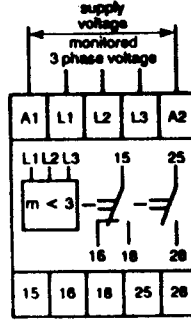
ب- ارتفاع أو انخفاض الجهد عن الحدود (0.85:1.1Vn).

ج- عدم اتزان الأوجه عن 20% بالزيادة أو النقصان .

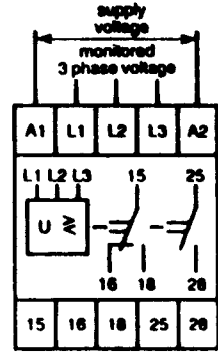
والشكل (٩-١) يبين مخطط توصيل المتممات الثلاثة السابقة، ويمكن الرجوع للشكل (٦-٥) للتعرف على كيفية حماية الاحمال من انعكاس الأوجه أو سقوط أحد الأوجه وكذلك يمكن الرجوع إلى الشكل (٣-١٣) للتعرف على كيفية حماية المحركات من عدم اتزان الأوجه وفقدان أحد الأوجه، وإنعكاس الأوجه باستخدام متمم حماية المحركات الإلكتروني .



متتم تتابع الوجة



متتم عدم اتران
الوجة



متتم مراقبة الوجة
الثلاثة

الشكل (٩-١)

٢ / ٩ اكتشاف الأعطال وإصلاحها :

يعتمد اكتشاف الأعطال على الدراسة والخبرة، وأول مبادئ اكتشاف الأعطال هو المعرفة الجيدة لاستخدام أجهزة القياس والفحص مثل الآفوميتر والميجر وجهاز قياس التيار ذى الكماشة .. إلخ وفيما يلي أهم تعليمات استخدام أجهزة الفحص :

- ١- قراءة تعليمات المصنع لأجهزة القياس والفحص بعناية .
- ٢- عند استخدام جهاز فحص له عدة مستويات للقياس يجب وضعه على المستوى الأعلى عند قياس كمية غير معروف قيمتها .
- ٣- يجب فصل التيار الكهربى عن الجهاز المطلوب قياس مقاومته .
- ٤- يجب أن تكون أطراف أجهزة القياس والفحص معزولة جيداً .
- ٥- يجب التأكد من سلامة المصهرات والبطاريات الخاصة بأجهزة القياس فمثلاً بالنسبة لجهاز الآفوميتر يتم وضع الجهاز على وضع قياس المقاومة ثم ملامسة أطراف الجهاز معاً فإذا كانت قراءة الجهاز (0) دل على أن البطارية سليمة والعكس بالعكس .
- ٦- عند استخدام أجهزة قياس التيار ذات الكماشة يجب قفل الكماشة جيداً حول

الخط المطلوب قياس التيار المار فيه علماً بأنه إذا وضع أكثر من خط داخل الكماشة نحصل على قراءة تساوى المجموع الاتجاهى للتيارات المارة، حيث إن المجموع الاتجاهى لتيارات الأوجه الثلاثة المتزنة يساوى صفر.

وحتى يمكن اكتشاف الأعطال يجب أولاً فهم الدائرة الكهربائية جيداً وهذا يعنى أنه إذا لم يكن لديك معرفة كاملة بالدوائر الخاصة بالمصنع فى الأحوال المعتادة فإنه من الصعب عليك تحديد مكان العطل وإصلاحه عند حدوثه ثم بعد ذلك يجب تقليل خطوات البحث وذلك بعمل الاختبارات المبدئية التالية:

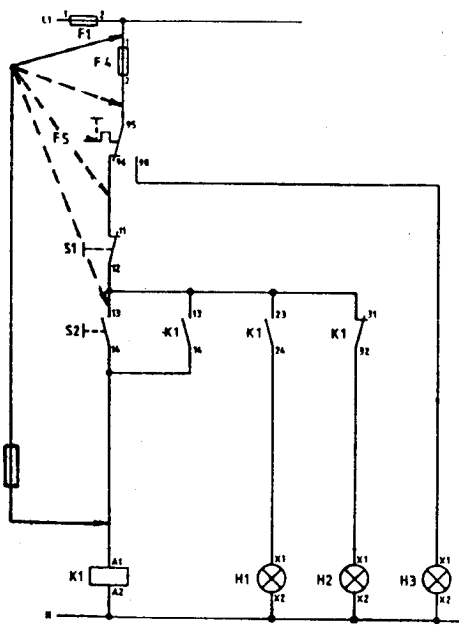
- ١- التأكد من وجود الجهد الكهربى عند مدخل الدائرة الرئيسية ودائرة التحكم.
- ٢- التأكد من سلامة المصهرات والسكاكين إن وجدت.
- ٣- التأكد من أن جميع المتممات الحرارية والقواطع على وضع التشغيل وليس هناك متمم حرارى فاصل وذلك بالضغط على ضواغط تحريرها.
- ٤- فحص سريع لجميع أجهزة التحكم من حيث درجة حرارتها ورائحتها وعلامات

التسرب التى ظهرت حديثاً، وعادة يمكن الحصول على معلومات عن الماكينة من المشغل فإذا لم نحصل على نتائج من الاختبارات المبدئية يجب البحث عن الأعطال فى كل من:

- ١- دائرة التحكم.
- ٢- الدائرة الرئيسية.
- ٣- المحركات.

١ / ٢ / ٩ - اكتشاف الأعطال فى دائرة التحكم

الشكل (٩-٢) يبين دائرة تحكم نجرى عليها اختبارات لاكتشاف



الشكل (٩-٢)

مكان العطل ويتم ذلك باستخدام الوصلة ذات الفيوز وهو سلك موصل به فيوز على التوالي، فعند البحث عن سبب عدم عمل أحد الكونتكتورات نقوم بوضع أحد أطراف الوصلة عند الطرف A1 للبوينة ونحرك الطرف الثانى

بدءا من الطرف L ثم الانتقال من نقطة لأخرى فى مسار الملفات وحيث إن وظيفة أى ضاغط أو مفتاح نهاية مشوار أو مفتاح عوامة... إلخ هو إمرار التيار أو قطعة، لذا فإن الوصلة ذات الفيوز يمكن أن تختبر أى مفتاح فى الدائرة وبهذه الطريقة البسيطة يمكن معرفة سبب العطل لو وجد .

٢ / ٢ / ٩ - اكتشاف الأعطال فى الدائرة الرئيسية :

ويتم ذلك بتوصيل التيار الكهربى لملف أى كونتاكتور مباشرة بواسطة الوصلة ذات الفيوز ثم نختبر وصول الجهد الكهربى على أطراف المحرك، فإن لم يوجد يختبر وجود الجهد الكهربى على أطراف الكونتاكتور فإن وجد الجهد الكهربى حينئذ فإن المشكلة تنحصر فى المتعم الحرارى أو المحرك حينئذ نختبر الجهد الكهربى على أطراف المتعم الحرارى فإن وجد أصبحت المشكلة

محصورة فى المحرك .

والشكل (٩-٣) يبين الدائرة الرئيسية التى تجرى عليها الاختبارات لاكتشاف الأعطال .

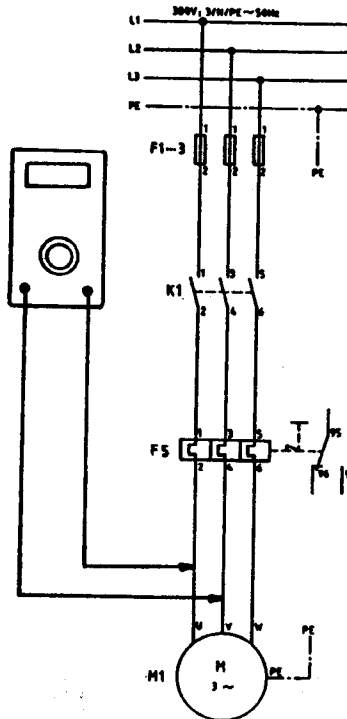
٣ / ٢ / ٩ - الفحص الفنى للمحركات :

لفحص المحركات ثلاثية الوجه تتبع الخطوات التالية :

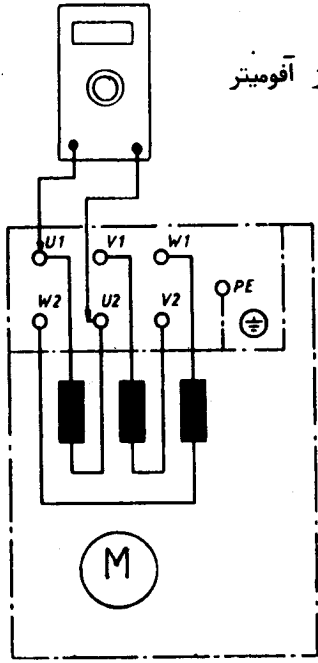
١- يفصل المحرك من المصدر الكهربى وكذلك من الحمل الميكانيكى .

٢- نحاول إدارة المحرك يدويا حتى نطمئن على كراسى المحور الخاص به .

٣- نقيس مقاومة الملفات الثلاثة الخاصة بالمحرك بجهاز الآفوميتر وهو على وضع



الشكل (٩-٣)



جهاز آفوميتر

المقاومة كما بالشكل (٩-٤) فإذا كانت مقاومات الملفات الثلاثة متساوية ولا تساوى صفراً دل على أن ملفات المحرك سليمة مبدئياً.

٤- نقيس عزل الملفات عن جسم المحرك وذلك بجهاز الميجر حيث يوصل أحد طرفي الميجر بالملف والطرف الثاني بجسم المحرك وندير ذراع الميجر فإن تحرك المؤشر إلى الصفر دل على أن العزل منهارة والعكس صحيح والشكل (٩-٥) يبين طريقة استخدام الميجر لقياس العزل.

ولفحص المحركات أحادية الوجه نتبع الخطوات التالية:

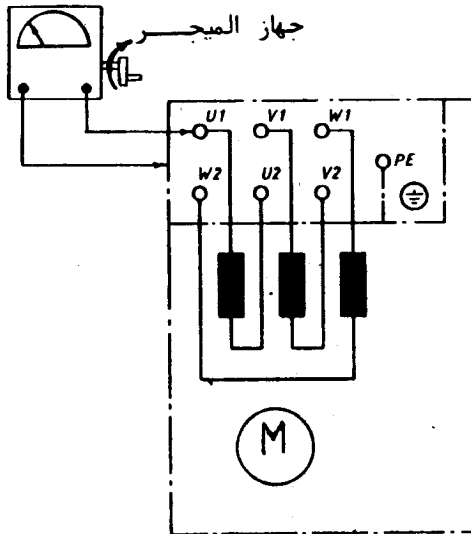
الشكل (٩-٤)

١- يفصل المحرك عن المصدر الكهربى وكذلك عن الحمل الميكانيكى.

٢- نحاول إدارة المحرك باليد للاطمئنان على سلامة كراسى المحور.

٣- نقيس مقاومة ملفات المحرك بالآفوميتر فإذا كانت مقاومة المحرك لا تساوى الصفر دل على أن ملفات المحرك سليمة مبدئياً والعكس صحيح.

٤- نقيس عزل ملفات المحرك بالميجر فإذا كانت قراءة الميجر تساوى صفراً دل على أن العزل منهارة وإذا كانت مقاومة العزل بالميجا أوم دل



الشكل (٩-٥)

على أن العزل سليم .

٥- إذا دلت نتائج الاختبارات السابقة على سلامة المحرك نفحص المكثف إن وجد بالنظر أولاً فإذا كان هناك أى دلائل عن شروخ أو تسرب للمحلول أو انتفاخ يبدل المكثف فى الحال أما إذا كان المكثف خالياً من هذه الملاحظات يتم اختبار المكثف باستخدام جهاز الآفوميتر، حيث يستخدم جهاز قياس مقاومات ويضبط على وضع RX10 ثم نوصل طرفى الجهاز بطرفى المكثف بعد فكّه من المحرك وتفرغ شحنته، بواسطة مفك معزول وذلك بعمل قصر على طرفيه فتظهر شرارة كهربية وفى بداية القياس نجد أن القراءة صفر، ثم يتحرك المؤشر تدريجياً وصولاً إلى منتصف التدرج ويثبت وحينئذ تفصل أحد طرفى الجهاز وننتظر 30 ثانية بعدها نعد التوصيل نجد أن المؤشر يصل إلى منتصف التدرج ثم يتحرك وصولاً إلى ما لا نهاية، ويثبت على ذلك فإذا تحقق ذلك دل على أن المكثف سليم وإذا عاد المؤشر للصفر دل على أن المكثف تالف، وهناك حالتان معروفتان للمكثفات التالفة يمكن معرفتها منذ بداية الاختبار وهما :

الحالة الأولى (المكثف المقصور) : حيث يلاحظ أن المؤشر يتذبذب عند الصفر ولا يتحرك .

الحالة الثانية (المكثف المفتوح) : حيث يلاحظ أن المؤشر لا يتحرك من مالا نهاية منذ البداية .

وإذا دلت نتائج فحص المحرك عن انهياره يجب أن نبحت عن سبب إنهيار المحرك لإزالة هذا النسب حتى لا ينهار المحرك الجديد عند تركيبه . وهناك عدة أسباب لانهييار المحركات كالآتى :

- ١- ارتفاع درجة حرارة المحرك نتيجة لسوء التهوية .
- ٢- ارتفاع درجة حرارة الوسط المحيط .
- ٣- حمل زائد لفترات طويلة مع عدم فصل المتعم الحرارى .
- ٤- انخفاض جهد التشغيل مع عدم فصل أجهزة الحماية .
- ٥- عدم اتزان الأوجه المختلفة مع عدم فصل أجهزة الحماية .

٦- سقوط أحد الأوجه مع عدم فصل أجهزة الحماية.

٧- عمليات بدء متكررة.

٨- خطأ في التوصيل فإذا كان المحرك موصل دلنا يجب التأكد من أن جهد التشغيل

هو نفسه جهد توصيله الدلتا وليس النجما.

٩ / ٣- مشاكل أجهزة التحكم والمحركات (أسبابها - طرق إصلاحها):

٩ / ٣ / ١- الكونتاكتورات والريليهات الكهرومغناطيسية:

١- ريش التلامس:

المشكلة	السبب	الإصلاح
اهتزاز ريش التلامس	١- انكسار حلقة الإزاحة النحاسية. ٢- جهد تشغيل منخفض. ٣- ريش تلامس سيئة.	١- استبدال القلب المغناطيسي. ٢- تصحيح جهد التشغيل خصوصاً عند البدء. ٣- استبدال ريش التلامس ويايات الإرجاع.
التحام ريش التلامس	١- تيار كبير نتيجة لقصر أو زيادة حمل. ٢- تيار كبير عن القيمة المقننة للكونتاكتور	١- افحص سبب زيادة التيار ثم اعمل على إزالة السبب واستبدل ريش التلامس. ٢- استخدم كونتاكتور له قدرة أكبر تناسب الحمل.
توصيل غير جيد لريش التلامس	١- قوة دفع صغيرة من اليايات. ٢- جهد منخفض يمنع القلب المغناطيسي من الإحكام. ٣- جسم غريب يمنع ريش التلامس من الغلق.	١- استبدال ريش التلامس ويايات الإرجاع وافحص حامل ريش التلامس للتأكد من سلامته من التشويه. ٢- صحح جهد التشغيل وخصوصاً عند البدء وذلك بزيادة مساحة مقطع الموصلات المستخدمة. ٣- نظف ريش التلامس بمادة الفرون freon.

المشكلة	السبب	الإصلاح
عمر قصير لنقاط الأبلاتين أو ارتفاع درجة حرارتها	<p>١- بردها بمبرد خشن لمساواتها .</p> <p>٢- تيار تشغيل كبير عن القيمة المقننة للكونتاكتور .</p> <p>٣- ضغط ياي إرجاع ضعيف .</p> <p>٤- قاذورات أو جسم غريب على سطح ريش التلامس .</p> <p>٥- قصر .</p>	<p>١- استبدال ريش التلامس .</p> <p>٢- استبدال الكونتاكتور بأكبر .</p> <p>٣- استبدال الريش مع يايات الإرجاع والتأكد من أن حامل ريش التلامس لم يتشوه .</p> <p>٤- نظف ريش التلامس بمادة الفرون (Freon) .</p> <p>٥- يجب إزالة سبب القصر والتأكد من حجم المصهرات والقواطع المستخدمة .</p> <p>٦- التأكد من إحكام ربط أطراف ريش التلامس مع الموصلات باستخدام المعدات المناسبة .</p>

٢- الملف

المشكلة	السبب	الإصلاح
ملف مفتوح	١- انهيار ميكانيكي	<p>١- غير الملف بعناية وذلك بعد فك مسامير تجميع الكونتاكتور مع مراعاة عدم انطلاق ياي الإرجاع من مكانه ثم أعد تجميع الكونتاكتور بعكس خطوات الفك انظر الشكل (١١-١) .</p>
ملفات محمصة (محترقة)	<p>١- جهد زائد .</p> <p>٢- قصر حادث بين مجموعة لفات نتيجة لانهيار ميكانيكي</p>	<p>١- اختبر جهد التشغيل وصحة .</p> <p>٢- غير الملف بعناية انظر الشكل (١١-١) .</p>

٣- القلب المغناطيسي والأجزاء الميكانيكية:

المشكلة	السبب	الإصلاح
صوت أزيز للقلب	<p>١- انكسار الحلقة النحاسية.</p> <p>٢- أوجه القلب المغناطيس لا تتعشق .</p> <p>٣- قاذورات أو صدأ على أوجه القلب المغناطيسي .</p> <p>٤- جهد منخفض.</p>	<p>١- استبدال القلب المغناطيسي .</p> <p>٢- استبدال القلب المغناطيسي .</p> <p>٣- نظف القلب المغناطيسي .</p> <p>٤- اختبر جهد التشغيل وخصوصا عند البدء وصححه .</p>
الفشل في انجذاب القلب المغناطيسي وتعميقه	<p>١- جهد منخفض.</p> <p>٢- ملف الملف غير سليم .</p> <p>٣- وجود مشكلة ميكانيكية تمنع حركة القلب المتحرك .</p>	<p>١- اختبر جهد التشغيل وصححه .</p> <p>٢- استبدال الملف .</p> <p>٣- اختبر حركة الأجزاء الميكانيكية بدفع الأجزاء المتحركة ثم اعمل على إزالة المشكلة .</p>
الفشل في الفصل	<p>١- يوجد مواد التصاق على سطح ريش التلامس .</p> <p>٢- الجهد لم يرفع عن الدائرة</p> <p>٣- مغناطيسية متبقية نتيجة لنقص الفجوة الهوائية في مسار القلب المغناطيسي .</p> <p>٤- التحام ريش التلامس نتيجة لتيار عالى .</p>	<p>١- نظف أوجه ريش التلامس بمادة الفرون .</p> <p>٢- ابحث عن سبب عدم إنقطاع التيار الكهربى عن الملف عند الإيقاف .</p> <p>٣- استبدال القلب المغناطيسي</p> <p>٤- استبدال ريش التلامس بأخرى سليمة ولعمل إزالة سبب زيادة التيار .</p>

٩ / ٣ / ٢ - التتممات الحرارية والمؤقتات الزمنية ونهايات المشوار:

المشكلة	السبب	الإصلاح
التمم الحرارى يفصل باستمرار	١ - حمل زائد مستمر. ٢ - وصلات غيرا مربوطة جيداً. ٣ - انخفاض جهد المصدر عند البدء. ٤ - تغيير القيمة المعايير عليها التتمم الحرارى نتيجة للإهتزاز. ٥ - متمم حرارى غير مناسب.	١- تأكد من عدم وجود قصر أو تسرب أرضى أو حمل زائد على المحرك. ٢- تأكد من إحكام رباط الموصلات مع أطراف التتمم الحرارى وذلك باستخدام المعدات المناسبة. ٣- استبدل الموصلات بأخرى لها مساحة مقطع أكبر. ٤- أعد عملية ضبط التتمم الحرارى. ٥- بدل التتمم الحرارى بآخر مناسب.
اختلال أزمدة المؤقتات الزمنية	١ - تغير الأزمدة المعايرة عليها.	١ - راجع القيم المعايرة عليها وصححها.
أجزاء مكسورة فى مفاتيح نهايات المشوار	١ - حركة زائدة من الكامة أدت إلى كسر أجزاء مفتاح نهاية المشوار.	١ - استخدام الكامة المناسبة وعنصر الفعل المناسب للمفتاح وشغل المفتاح فى الحدود المسموح بها.

٩ / ٣ / ٣ - المفاتيح اليدوية والمحابس الكهربائية :

المشكلة	السبب	الإصلاح
التحام ريش التلامس للمفتاح اليدوى جهة البدء .	١ - تحريك يد التشغيل ببطء زائد جهة وضع البدء START.	١ - حرك يد التشغيل بسرعة على وضع البدء مع استبدال الريش التالفة .
التحام ريش التلامس للمفتاح اليدوى جهة التشغيل .	١ - تحريك يد التشغيل ببطئ زائد جهة وضع التشغيل RUN . ٢ - ضعف قوة يايات التشغيل .	١ - حرك يد التشغيل بسرعة على وضع التشغيل واستبدل ريش التلامس التالفة . ٢ - استبدل ريش التلامس وياياات التشغيل .
ارتفاع درجة حرارة ملف المحبس الكهربى مما يؤدى إلى انهيار الملف . انهيار ميكانيكى للمحبس الكهربى .	١ - جهد التشغيل منخفض . ٢ - درجة الحرارة المحيطة مرتفعة . ٣ - القلب المغناطيسى غير قادر على الحركة لمشكلة ميكانيكية . ٤ - تشغيل متكرر .	معرفة السبب واستبدال الملف .
	١ - جهد زائد يؤدى إلى تعرض القلب المغناطيسى لقوة زائدة .	استبدال المحبس الكهربى .

٩/٣/٤- المحركات الكهربائية:

المشكلة	السبب	الإصلاح
المحرك يفشل عند البدء	<p>١- جهد المصدر منخفض.</p> <p>٢- توصيل غير صحيح.</p> <p>٣- المتعم الحرارى مفصول.</p> <p>٤- حمل زائد على المحرك.</p> <p>٥- سقوط أحد الأوجه وهذا يحدث طيننا عند البدء.</p> <p>٦- خلل فى دائرة التحكم أو الدائرة الرئيسية للمحرك.</p>	<p>١- عدل توصيلة المحرك حتى تناسب جهد المصدر.</p> <p>٢- وصل المحرك تبعا لمخطط الدائرة الرئيسية.</p> <p>٣- حرر المتعم الحرارى بعد إزالة سبب زيادة الحمل.</p> <p>٤- قلل حمل البدء أو بدل المحرك بآخر يناسب الحمل.</p> <p>٥- استبدل المصهرات المحترقة بأخرى سليمة.</p> <p>٦- حاول أن تكشف مكان الخطأ كما هو موضح بالفقرة ٩-٢.</p>
المحرك توقف أثناء الدوران	<p>١- حمل زائد على المحرك.</p> <p>٢- جهد المصدر منخفض.</p>	<p>١- قلل الحمل أو بدل المحرك بآخر يناسب الحمل أو أعد ضبط شد السيور إن وجدت.</p> <p>٢- تأكد أن جهد المصدر يساوى جهد التشغيل للمحرك.</p>
المحرك لا يصل للسرعة المقننة له.	<p>١- جهد المصدر منخفض نتيجة لارتفاع تيار البدء.</p> <p>٢- حمل البدء عال.</p>	<p>١- استخدم أحد طرق بدء المحركات المعروفة لتقليل تيار البدء.</p> <p>٢- اختبر حمل البدء وحاول أن تقلله أو استبدل المحرك بآخر يناسب الحمل.</p>

المشكلة	السبب	الإصلاح
المحرك يحتاج وقتاً كبيراً للوصول للسرعة المقننة	١- حمل بدء عالٍ ٢- مساحة مقطع الموصلات صغيرة . ٣- محرك منهار .	١- قلل حمل البدء أو بدل المحرك بآخر يناسب الحمل . ٢- استبدال الموصلات بأخرى لها مساحة مقطع أكبر . ٣- أعد لف المحرك أو بدله .
المحرك يهتز ويحدث طنيناً عالياً	١- يوجد خلل فى التثبيت ٢- جهد بدء عالٍ . ٣- سقوط أحد الأوجه . ٤- كراسى المحور بها خلل . ٥- الوصلة الميكانيكية مفكوكة	١- أعد ضبط تثبيت المحرك مع الحمل . ٢- اختبر محول البدء . ٣- بدل المصهر التالف بآخر سليم . ٤- بدل كراسى المحور . ٥- إعادة تثبيت الوصلة الميكانيكية .
المحرك ترتفع درجة حرارته عند التشغيل	١- زيادة الحمل على المحرك . ٢- قاذورات تمنع التبريد . ٣- سقوط أحد الأوجه . ٤- جهد المصدر أكبر أو أقل من جهد التشغيل . ٥- ضعف عزل المحرك . ٦- جهود المصدر غير متزنة .	١- قلل الحمل أو استبدل المحرك بآخر يناسب الحمل وربما أن تكون السيور مشدودة أكثر من اللازم . ٢- نظف المحرك من القاذورات . ٣- تأكد من سلامة توصيل أطراف المحرك وتأكد من سلامة المصهرات . ٤- افحص جهد المصدر بحيث يجب ألا يقل أو يزيد عن 10% من جهد التشغيل . ٥- أعد لف المحرك أو بدله . ٦- أعد توزيع الأحمال الأحادية الوجه على الشبكة حتى يتزن جهود الأوجه الثلاثة أى تتساوى

المراجع

REFERENCES

- 1- KLOCKNER - MOLLER wiring manual.
- 2- TELEMECANIQUE Technical Manual.
- 3- TELEMECANIQUE Wiring Diagrams For D range Starters.
- 4- SPRECHER + SCHUH Technical Hand book.
- 5- Electrical Motor Control Automated Industrial Systems. Gray
Rockis. Glen Mazur
- 6- Electrical wiring Industrial Robert L . Smith, Stephen L. Her-
man
- 7- AC Motor Controller Hampden
- 8- DC Motor Controller Hampden
- 9- Furnas Industrial control Catalogue,
- 10- Klockner Moller Main Catalogue 90/91
- 11- TELEMECANIQUE International Catalogue 90/91.
- 12- Legrand Catalogue 93/94.
- 13- Siemens Protection & Isolation Catalogue Section 2-1 1992.
- 14- Siemens switching & Monitoring Catalogue Section 2-2 1992.
- 15 - Electrical Installation Handbook Gunter G.Seip, Werner
Shurm.

- 16- Technisches Zeichnen Elektro Technik. Peter Penz . Horst
Dieter Tolle, Erhard Vob
- 17- Fach-Zeichnen 1, 2 F. Adolph . H. Haase , H. Nagel, K. Wios-
na.

محتويات الكتاب

الموضوع	الصفحة
مقدمة السلسلة	٧
مقدمة الكتاب	٩

الباب الأول

المكونات الأساسية لنظام التحكم الأتوماتيكي

١ / ١ - مقدمة	١٣
١ / ٢ - المحركات الكهربائية	١٣
١ / ٢ / ١ - رموز أطراف التوصيل للمحركات	١٤
١ / ٢ / ٢ - لوحة البيانات للمحركات	١٥
١ / ٢ / ٣ - درجات العزل للمحركات	١٦
١ / ٢ / ٤ - درجات الحماية للمحركات	١٧
١ / ٣ - أجهزة نقل البيانات Data acquisition devices	١٩
١ / ٣ / ١ - مفاتيح نهاية المشوار الميكانيكية Limit Switches	١٩
١ / ٣ / ٢ - مفاتيح الضغط والخلخلة Pressure and vacuum switches ...	٢١
١ / ٣ / ٣ - مفاتيح العوامات Float switches	٢٣
١ / ٣ / ٤ - المفاتيح التقاربية Proximity switches	٢٤
١ / ٣ / ٥ - الخلايا الضوئية Photo electric detectors	٢٦
١ / ٣ / ٦ - مفاتيح درجة الحرارة Thermostates	٢٨
١ / ٣ / ٧ - أجهزة الوقاية protection devices	٢٨

- ٣١ ٤/١ - أجهزة معالجة البيانات Data processing devices
- ٣١ ١/٤/١ - الريليات الكهرومغناطيسية Electromagnetic relays
- ٣٤ ٢/٤/١ - المؤقتات الزمنية Timers
- ٣٧ ٣/٤/١ - أجهزة التحكم المبرمج Programmable Controllers
- ٣٨ ٥/١ - أجهزة التحكم فى القدرة Power Control devices
- ٤١ ٦/١ - أجهزة مخاطبة نظام التحكم Man - machine dialogue
- ٤٤ ٧/١ - العلاقة بين المكونات المختلفة لنظام التحكم الأتوماتيكي

الباب الثانى

الرموز الكهربائية لأجهزة التحكم والحركات

- ٤٩ ١/٢ - مقارنة بين رموز العالم الشهيرة
- ٥٠ ١/١/٢ - الرموز العامة
- ٥١ ٢/١/٢ - رموز المقاومات والمكثفات والملفات وأجهزة الإشارة والإنذار
- ٥٢ ٣/١/٢ - رموز أجهزة التحكم والقياس وريش التلامس المختلفة
- ٥٣ ٤/١/٢ - رموز الضواغط والمفاتيح اليدوية وأجهزة نقل المعلومات
- ٥٤ ٥/١/٢ - رموز أجهزة الوصل والفصل اليدوى والأتوماتيكي
- ٥٥ ٦/١/٢ - رموز المحولات والمولدات والحركات الكهربائية
- ٥٦ ٢/٢ - حروف أجهزة التحكم بالنظام الألماني والعالمي
- ٥٧ ٣/٢ - نظام الترقيم لأجهزة التحكم بالنظام الألماني والعالمي

الباب الثالث

التحكم فى الحركات الاستنتاجية

- ٦١ ١/٣ - المخططات الكهربائية Control Circuits
- ٦١ ١/١/٣ - دوائر التحكم Power Circuits

٦٢	٢ / ١ / ٣ الدوائر الرئيسية
٦٢	٢ / ٣ - نظرية تشغيل الكونتاكتور أو الريلاى
٦٢	١ / ٢ / ٣ - التشغيل والفصل بمفتاح له وضعى تشغيل
٦٣	٢ / ٢ / ٣ - التشغيل والفصل بضابط يدوى
٦٥	٣ / ٣ - تشغيل وإيقاف محرك استنتاجى ثلاثى الأوجه
٧٠	١ / ٣ / ٣ - تشغيل وإيقاف محرك من مكانين مختلفين
٧١	٢ / ٣ / ٣ - البدء بمتتم حرارى والدوران بمتتم آخر
٧٢	٣ / ٣ / ٣ - البدء بسرعة بطيئة (دائرة كوزا)
٧٥	٤ / ٣ / ٣ - تشغيل محرك مزود بحماية ضد زيادة درجة الحرارة
	٥ / ٣ / ٣ - متتم حماية المحركات الإلكترونية
٧٧	Protection relay Electronic Motor
٧٩	٤ / ٣ - عكس حركة محرك ثلاثى الأوجه
٧٩	١ / ٤ / ٣ - عكس حركة محرك بتوقف
٨٢	٢ / ٤ / ٣ - عكس حركة محرك بدون توقف
٨٤	٥ / ٣ - دوائر المحركات الاستنتاجية ذات السرعات المتعددة
٨٧	١ / ٥ / ٣ - تشغيل محرك يحتوى على مجموعتين من الملفات المنفصلة
٨٩	٢ / ٥ / ٣ - تشغيل محرك دالندر
	٣ / ٥ / ٣ - عكس حركة محرك يحتوى على مجموعتين من الملفات المنفصلة
٩٠	٤ / ٥ / ٣ - عكس حركة محرك دالندر
٩٢	٦ / ٣ - دوائر بدء المحركات الاستنتاجية ثلاثية الأوجه

٩٥	١/٦/٣ - لوح بيانات المحركات الاستنتاجية
٩٥	٢/٦/٣ - بدء محرك نجما - دلتا
١٠٠	٣/٦/٣ - بدء محرك بمقاومات مع العضو الثابت
١٠٣	٤/٦/٣ - بدء محرك بمحول ذاتى
١٠٥	٥/٦/٣ - بدء محرك بمقاومات مع العضو الدوار الملفوف
١٠٧	٦/٦/٣ - عكس حركة محرك يبدأ نجما دلتا
	٧/٦/٣ - مقارنة بين خواص بادئات المحركات الاستنتاجية ثلاثية
١٠٩	الأوجه
١١١	٧/٣ - طرق فرملة المحركات الاستنتاجية ثلاثية الأوجه
١١١	١/٧/٣ - الفرملة بالتيار العكسى
١١٢	٢/٧/٣ - الفرملة بحقن تيار مستمر
١١٤	٣/٧/٣ - الفرملة بالنظام الميكانيكى
١١٥	٤/٧/٣ - الفرملة الكهرومغناطيسية
١١٧	٨/٣ - المفاتيح اليدوية الدوارة
١١٩	١/٨/٣ - المفاتيح اليدوية للمحركات
١٢٢	٢/٨/٣ - المفاتيح الرئيسية ومفاتيح الأمان اليدوية
١٢٣	٣/٨/٣ - مفاتيح التحكم اليدوية
١٢٤	٤/٨/٣ - مفاتيح أجهزة القياس اليدوية
١٢٦	٩/٣ - المحركات الاستنتاجية ذات الوجه الواحد
١٢٧	١/٩/٣ - التحكم فى تشغيل محرك وجه واحد
١٢٧	٢/٩/٣ - عكس حركة محرك وجه واحد
١٢٩	٣/٩/٣ - دوائر سنتميتز

- ١٣٠ ١٠/٣ - أجهزة البدء الإلكترونية للمحركات الاستنتاجية
- ١٣٢ ١١/٣ - الأجهزة الإلكترونية للتحكم فى سرعة المحركات

الباب الرابع

دوائر محركات التيار المستمر والمحركات التزامنية

- ١٣٩ ١/٤ - محركات التيار المستمر
- ١٤٠ ١/١/٤ - المفاتيح الكهرومغناطيسية العاملة بالتيار المستمر
- ١٤٢ ٢/١/٤ - التحكم فى تشغيل محرك تيار مستمر نوع التوازى
- ١٤٣ ٣/١/٤ - بدء حركة محرك تيار مستمر مركب
- ١٤٤ ٤/١/٤ - عكس حركة محرك مركب يبدء حركته بمقاومات بدء
- ١٤٦ ٢/٤ - المحركات التزامنية

الباب الخامس

تحسين معامل القدرة فى الصناعة

- ١٥١ ١/٥ - مقدمة
- ١٥٢ ٢/٥ - طرق تحسين معامل القدرة فى الصناعة
- ١٥٤ ٣/٥ - تحسين معامل القدرة لمحرك يبدأ حركته نجماً - دلتا
- ١٥٥ ٤/٥ - تحسين معامل القدرة مركزياً ويدوياً
- ١٥٧ ٥/٥ - تحسين معامل القدرة مركزياً وأوتوماتيكياً

الباب السادس

مصادر القدرة الاحتياطية

- ١٦١ ١/٦ - مقدمة
- ١٦١ ٢/٦ - مصادر القدرة الاحتياطية الدوارة
- ١٦٣ ٣/٦ - مصادر القدرة الاحتياطية الاستاتيكية

١٦٤	٤/٦ - التشغيل الأتوماتيكي لمولد الطوارئ
١٦٥	٥/٦ - ريلاي الانتقال الأتوماتيكي للأحمال
١٦٦	٦/٦ - مجموعة حماية الأحمال من انعكاس الأوجه أو سقوط أحد الأوجه

الباب السابع

تطبيقات على التحكم فى الآلات الكهربائية

١٧١	١/٧ - التحكم فى المضخات باستخدام مفاتيح العوامات
١٧٣	٢/٧ - التحكم فى المضخات باستخدام مفاتيح الضغط
١٧٤	٣/٧ - التحكم فى تشغيل سيور النقل
١٧٨	٤/٧ - التحكم فى فتح وغلق بوابة جراج رأسية
١٧٩	٥/٧ - التحكم فى المخرطة المستخدمة فى ورش الإنتاج
١٨٣	٦/٧ - وحدة التحكم المتعددة الوظائف
١٨٤	٧/٧ - التحكم فى كسارة الحجر الجيرى
١٨٧	٨/٧ - الونش الأرضى الثابت
١٩٣	٩/٧ - الونش الذى يعمل فوق مستوى الرؤوس
١٩٦	١٠/٧ - دوائر اختبار لمبات البيان ودوائر الإنذار
١٩٦	١٠/٧ - دوائر اختبار اللمبات
١٩٧	١٠/٧ - دوائر الإنذار
١٩٨	١١/٧ - وحدة تعبئة الأسمنت السايب
٢٠٢	١٢/٧ - المصاعد الكهربائية
٢٠٣	١٢/٧ - الأجهزة المستخدمة فى المصاعد الكهربائية
٢٠٤	١٢/٧ - المصعد الكهربى المنفرد ذو الطلب الواحد

الباب الثامن

إنشاء لوحات التحكم

- ٢١٣ ١/٨ - مراحل إنشاء لوحات التحكم
- ٢١٣ ٢/٨ - الجداول المستخدمة فى الاختيارات
- ٢١٧ ٣/٨ - تطبيق عملى على مراحل إنشاء لوحات التحكم
- ٢١٨ ١/٣/٨ - المخططات الكهربائية لوحدة صبح المولاس
- ٢٢٠ ٢/٣/٨ - مرحلة إعداد قوائم الأجهزة والخامات
- ٢٢٧ ٣/٣/٨ - مرحلة رسم الكروكيات
- ٢٢٩ ٤/٣/٨ - تثبيت وتوصيل أجهزة التحكم
- ٢٣٠ ٥/٣/٨ - مرحلة استكمال لوحة التحكم لوحدة المولاس

الباب التاسع

الصيانة الوقائية واكتشاف الأعطال

- ٢٣٥ ١/٩ - الصيانة الوقائية لأجهزة التحكم
- ٢٣٨ ٢/٩ - اكتشاف الأعطال وإصلاحها
- ٢٣٩ ١/٢/٩ - اكتشاف الأعطال فى دائرة التحكم
- ٢٤٠ ٢/٢/٩ - اكتشاف الأعطال فى الدائرة الرئيسية
- ٢٤٠ ٣/٢/٩ - الفحص الفنى للمحركات
- ٢٤٣ ٣/٩ - مشاكل أجهزة التحكم والمحركات (أسبابها - طرق إصلاحها)
- ٢٤٣ ١/٣/٩ - الكونتاكتورات والريليهات الكهرومغناطيسية
- ٢٤٦ ٢/٣/٩ - المتتمات الحرارية والمؤقتات الزمنية ونهايات المشوار
- ٢٤٧ ٣/٣/٩ - المفاتيح اليدوية والمحابس الكهربائية

٢٤٨ المحركات الكهربائية ٩ / ٣ / ٤ -
٢٥١ المراجع
٢٥٣ الفهرس

